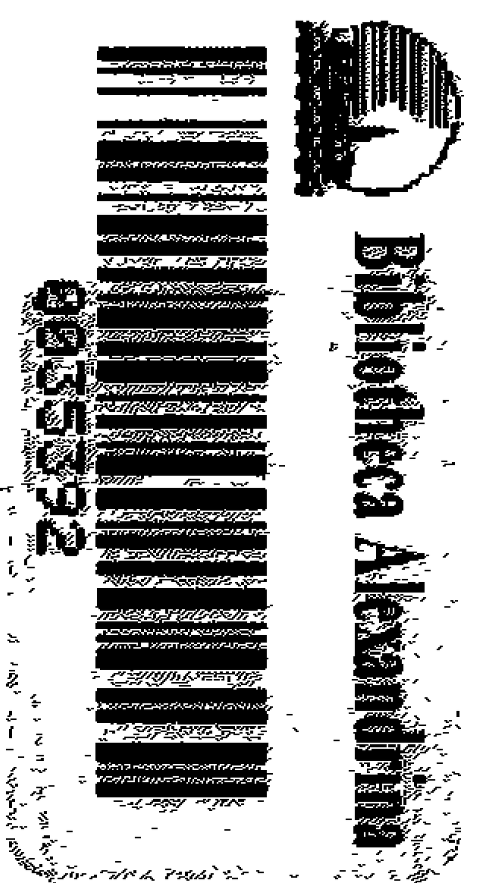
عبد السلام تشاح

جغرافية النبات





أفريقيا الشرق

عبد السلام تشاح

جغرافية النبات

افريقيا الشرق

الطبعة الأولى 1990
رقم الإيداع القانوني 1989 \ 650

بسم الله الرحمن الرحيم

« وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَاحَ نُشُرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّى إِذَا أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَاهُ لِبَلَدٍ مَيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ » . . .

صدق الله العظيم

(سورة الأعراف)

تـقديم

إن العناصر المكونة للعالم الحيوي قديمة قدم الزمن حيث بدأ الانسان يستغلها ويتعايش معها منذ القديم ؛ كما بدأ اهتمام الدارسين بالمجال الحيوي أو بعلم البيوجغرافية يتخذ بُعدا جديا خلال العصور القليلة السالفة إلى أن تعددت المناهج والتقنيات وخصوصا الأهداف خلال العصر الحالي لتصبح البيوجغرافية علما من بين العلوم الطبيعية الأكثر جلبا للدارسين والمحللين.

ويتلخص هدف البيوجغرافية في تحديد موقع الظواهر الحية الثابتة والمتحركة ووصفها وتحليل المناظر المكونة لسطح الأرض من زاوية دراسة العلاقات والتفاعلات الموجودة بين العناصر داخل المجال الحيوي (Biosphère) (1) . وتعد بذلك فرعا من فروع الجغرافية الطبيعية لكونها تهدف الى وصف ومقارنة وتفسير المناظر الطبيعية. فالمنظر السطحي مثلا ليس فقط تشكيلة تضاريسية في تطور بطيء، ومناظر زراعية متنوعة، بل هو ايضا وبالاساس تنظيمة نباتية مرتكزة فوق السطح تعيش على محتوياته العضوية والمعدنية وفي تبعية حتمية دائمة لما يجود به الغلاف الجوي من ضوء وحرارة ومياه ورياح وغازات. . .

وتدخل النباتات مع الاحياء الاخرى في علاقات متطورة لتكون مجتمعا حيا متطورا في الزمان والمكان تجمعه الرابطة الحياتية (Biocoenose) (2).

وتـداخـل العنـاصر المكـونـة لهذه الجـماعة مع العناصر الطبيعية الاخرى يكون ما يسمى بالمركب البيوجغرافي (Complexe biogéographique) .

من مفهوم وهدف البيوجغرافية يتضح ويتأكد أنها أهم فروع الجغرافية الطبيعية إلا أنها لا تخرج عن الأطـار البشري، ومن هذه الزاوية فهي غير مستقلة عن عدد من فروع الجغرافية العامة : فعلى مستوى التضـاريس نجـد ان للبيوجغرافية علاقات متنوعة مع العناصر المكونة لها والتي تؤثر - أكثر مما تتأثر - على التشكيلة النبـاتية : فأمـام مقياس صغـير يؤثـر امتداد المجموعات الجبلية الضخمة على التوزيع المنطقي للمنـاخـات وبالتالي على التوزيع النباتي (جبال الروكي، الأنديز، جبال أوراسيا . . . .) ؛ وأمام مقياس جهوي ومحلي يتدخل الجبل بارتفاعه ودرجة انحدار سفوحه ليعطي تدرجا نباتيا متميزا : فتوجيه السفوح مثلا يتدخل في تبرير ظاهرة التناقض النباتي لسفحين متماثلين (Dissymétrie Vègétale) . وللتربة ايضا علاقة متـواصلة وحتمية مع التشكيلة النباتية حيث تؤثر - من زاوية تكويناتها العضوية والمعدنية - في توزيع النباتات التي تتدخل من جهتها لحماية التربة في المناطق المطيرة والمتضرسة، وايقاف «الغمر الرملي» (Transgression du sable) في المناطق القاحلة أو الشبه قاحلة المتعرضة وباستمرار لخطر الزحف الرملي.

---

(1) توجـد عدة مصـطلحات مركبة مماثلة في فروع جغرافية اخرى كالمجال المائي (Hydrosphère) والمجال الجوي (Atmosphère) والمجال الصخري (lithosphère) الخ . . .

(2) مجموعة البيوسينوز تكون الوحدة الحياتية (Biome) ومجموعة البيومات تكون البيوسفير (Biosphère) .

ومن جهة أخرى وبصفة أساسية للمناخ تأثير واضح على توزيع النباتات حسب قوانين طبيعية معينة: فالتوزيع النباتي الخطعرضي أو الشبه خطي يوضحُ مدى تأثيرعناصر المناخ من حرارة وضوء ورياح على الحياة النباتية في تشكيلتها وتموضعها وتطورها وخصوصا خلال الدورات الانباتية؛ ولا «يتشوه» التوزيع الخطي للنباتات الا بتدخل التضاريس الجبلية وتوزيع الماء واليابس والتيارات البحرية.

وهكذا فمعرفة العالم البيوجغرافي ـ دراسة وتحليلا ـ تقتضي معرفة جيدة للتصنيفة التضاريسية والمناخية والترابية، وهذا لا يعني بالطبع ابعاد الانسان عن هذا العالم.

ان دراسة علم الاجتماع النباتي (Phytosociologie) لا يمكن قطعا فصلها عن الانسان والحيوان حيث ظل هذان العنصران ـ وسيظلان ـ في تعايش مستمر مع مكونات الغلاف النباتي داخل الرابطة الحياتية على المستوى القاري والجهوي والمحلي.

وقد أكد هنري إلهاي بأن البيوجغرافية الى جانب كونها علما طبيعيا تلتصق بالانسان في الزمان والمكان، فهي إذن علم إنساني (Science humaine) ولا غرابة أن يكون الانسان عنصرا اساسيا ضمن العناصر المكونة للمركب البيوجغرافي والمؤثرة فيه: فمنذ أن ظهر الانسان فوق سطح الارض (Plèistocène) وهو يتعايش مع العناصر المكونة لهذا المركب. وبالتأكيد فإن لهذا التعايش جوانب سلبية واخرى ايجابية: ان المنظر النباتي العالمي ظل يتغير باستمرار بسبب تدخل الانسان في زحزحة التوازن الحيوي بواسطة الفلاحة والرعي والحرائق والاقتلاع المكثف (3) أو إقحام نباتات ضارة (4)...

صحيح أن الغاية تبرر الوسيلة، ذلك أن اقتلاع الغابات والاعشاب يفسح المجال أمام ضرورة التغذية، وأن الرماد يغذي التربة الفقيرة، وان النار في حد ذاتها تقوم بعملية إتلاف الاعشاب الطفيلية بينما تحافظ على الاعشاب المرغوب فيها؛ كما ان الغابة الاستوائية مثلا لا يتم استغلالها إلا بإحداث فتحات وفسحات غابوية تساعد بدورها في تغلغل أشعة الشمس داخل الغابة لتساعد النباتات الألفضوئية الصغيرة على النمو.

إن معادلة تدخل الانسان تظل مسألة نسبية، وغالبا ما تؤدي الى نقيضها حيث يسبب نشاط الانسان الفلاحي والرعوي والصناعي والسياحي في اتلاف جزء من رئة العالم مسببا بذلك في خلل بيئي وعدم التوازن بين العناصر المكونة للمركب البيوجغرافي (5).

ومن جهة اخرى اذا كان التعمير لا تظهر نتائجه على مقياس صغير او متوسط فإن زحف البناء والشبكة الطرقية يوضح جهويا ومحليا الصراع الذي اصبح يميز العلاقات التي تربط الانسان بالعناصر الطبيعية المكونة للتركيبة البيوجغرافية.

---

(3) بمنطقة Minas Gerais بالبرازيل بين سنتي 1911، و1953 تم تدمير 20 مليون هكتار من الغابات؛ وبمدغشقر خلال سنة 1954 تم تدمير 1500 هكتار من الغابة بفعل اتلاف مادة الذبال المعدني الذي تحتوي عليه التربة التي تعيش فوقها الاشجار.

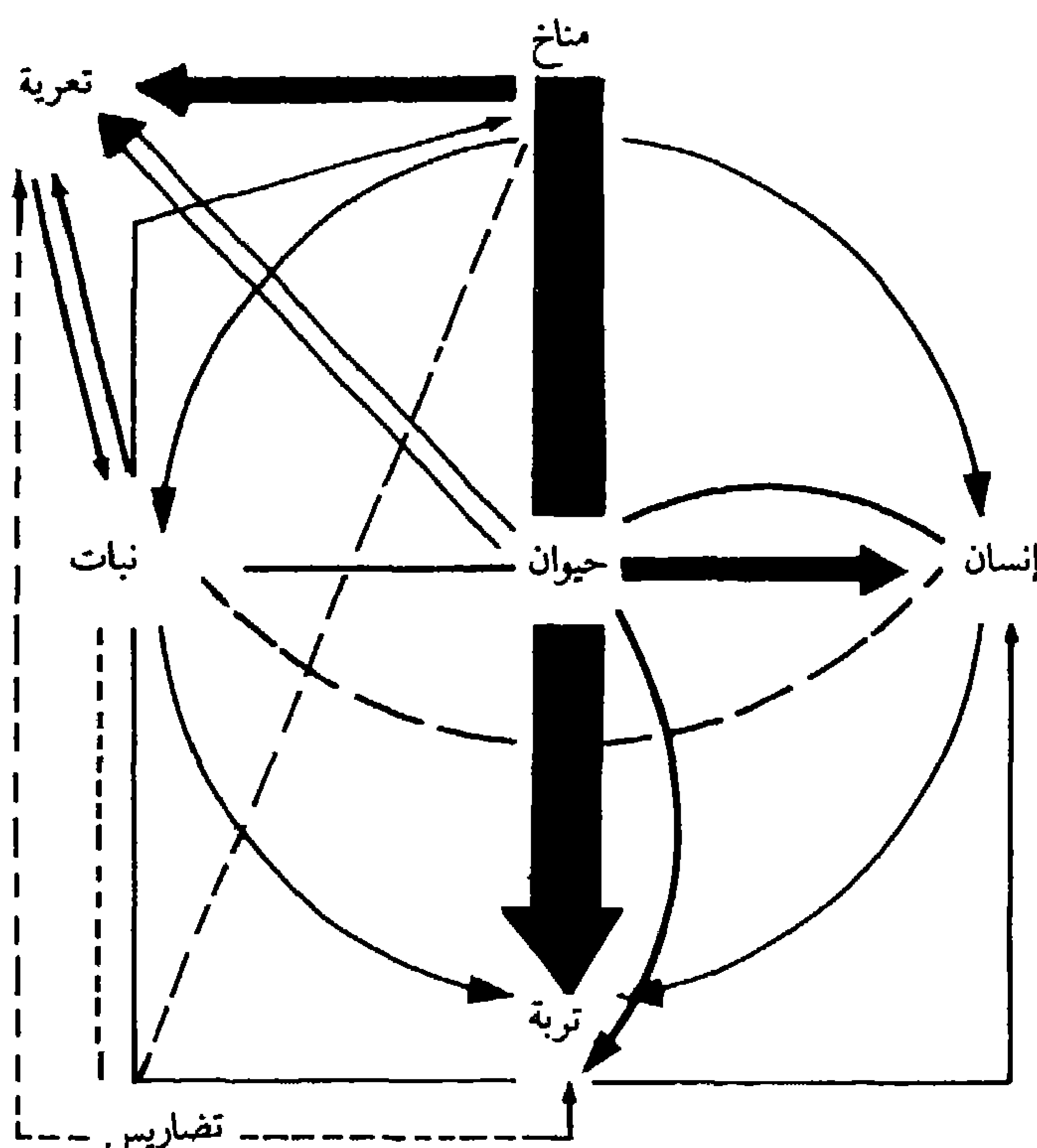
(4) لقد حدث ذلك مثلا في استراليا عندما أدخل الاستعمار الانجليزي نبات الأبونسيا الصباري خلال القرن الثامن عشر ولغاية سنة 1925 زحف هذا النبات على مساحة 1.200.000 هكتار.

(5) لقد فطن الانسان منذ عدة قرون لخطر الاتلاف الغابوي الشيء الذي دعى لاتخاذ عدة اجراءات حمائية: مثلا بفرنسا منذ القرن الرابع عشر، وخصوصا بعد صدور القانون الغابوي للملك فرانسوا الاول خلال القرن السادس عشر، وخلال عهد كولبير في القرن السابع عشر؛ ومع مطلع القرن الثامن عشر دعى العالم الفزيائي الفرنسي (Ferchault de Réaumur) الى ضرورة عقلنة الاستغلال الفلاحي بصفة عامة والغابوي بصفة خاصة وكذا مراقبة انتشار الأفران الفولاذية حتى لا يكون ذلك على حساب غابات فرنسا.

وهكـذا يتضـح ان البيوجغـرافية تعـد مَفْصَلَةً (Charnière) بين الجغـرافية الفزيائية والجغرافية الانسانية حيث ذهب هنري إلهاي الى تسميتها بالجغرافية البشرية.

ان العـلاقات الحتمية المتطورة والمختلفة في شكلها وكثافتها تكون اهم العناصر المكونة للتركيبة البيوجغرافية :

الرسم 1 : التركيبة البيوجغرافية



ان هدف البيوجغـرافية يتلخص في تحديد ووصف وتفسير المناظر الطبيعية الحالية والسالفة. وتقتضي هذه الطريقة :

1 ـ تحديد نوعية العـلاقـات التي تربط النباتات بالعناصر المكونة للتركيبة البيوجغرافية كالفضاء الخارجي بمكوناته المناخية **(الباب الاول)** والمجال الباطني المتمثل في التربة ومكوناتها **(الباب الثاني)** ؛

2 ـ تحديد ووصف التجمعات النباتية في شكلها ونوعها **(الباب الثالث)** ؛

3 ـ تحديد مفهوم المجتمع النباتي المجالي والتشكيلة النباتية فوق سطح الارض من زاوية منهاج علم الاجتماع النبـاتي وتقنية التمثيل الكـرطـوغـرافي قبـل التـطرق في الاخير للمجتمعات النباتية في تطورها الزماني واستيطانها المجالي وذلك بالوقوف عند خريطة التجمعات النباتية فوق سطح الارض **(الباب الرابع)**.

الباب الاول

النبات ومحيطه الخارجي

لا يمكن للنبات ان يعيش ويتطور الا في اطار تعامل وطيد مع عناصر المحيط الخارجي والباطني حيث يتدخل المناخ بمختلف عناصره والتربة بمختلف مكوناتها بالاضافة الى مختلف اوجه تدخل الانسان الايجابي والسلبي ؛ وتتمثل عناصر المحيط الخارجي (باستثناء الانسان والحيوان) في الضوء ومدى تعامل النبات معه على مستوى التمثيل، وفي الحرارة واهميتها في الدورة الانباتية، وكذا السلوك الذي يتخذه النبات في تعايشه مع قلة الماء أو وَفْرَتِه ؛ ومن جملة العناصر الخارجية الاخرى تلعب التضاريس والرياح دورا هاما في «توجيه» حياة النبات وتوزيعه خصوصا على المستوى الجهوي والمحلي والميكرو محلي.

الفصل الاول

النبات والضوء

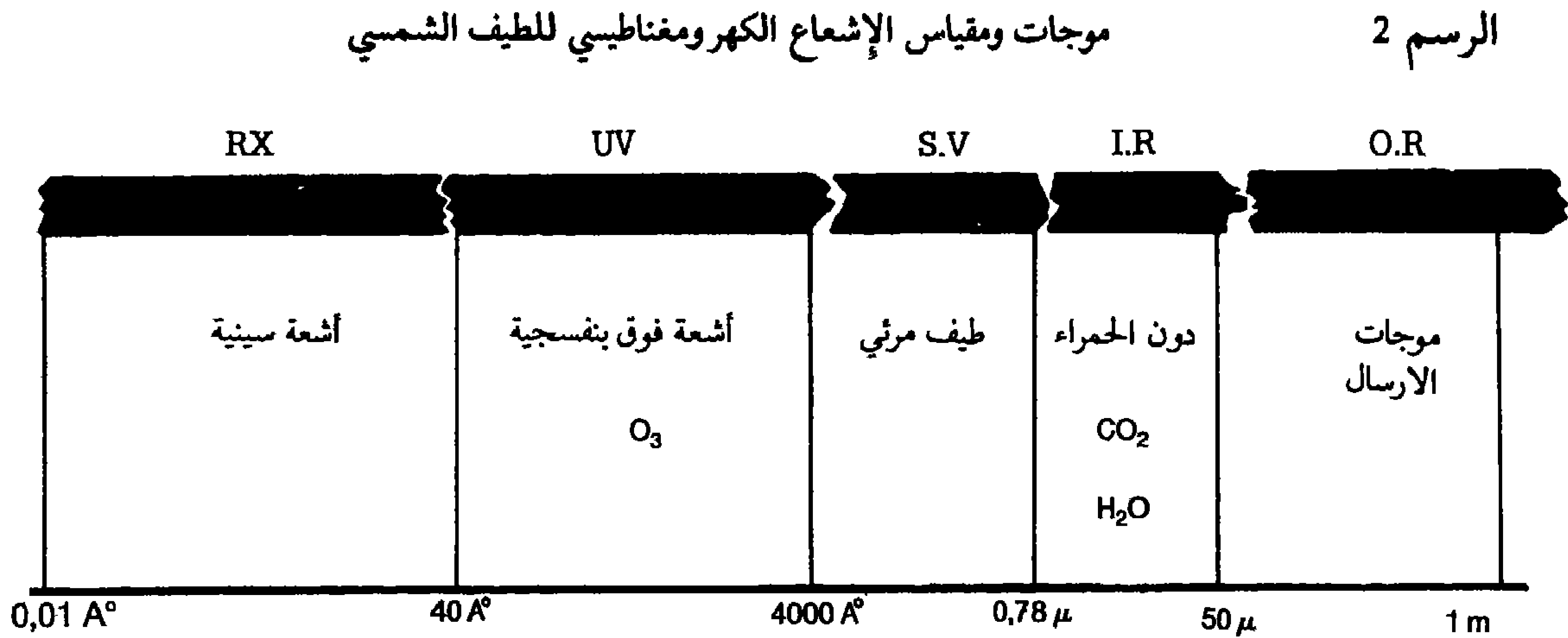
قبل التطرق للعلاقات الفزيولوجية والكيميائية المعقدة التي تربط النبات بالضوء تجدر الاشارة الى إلقاء نظرة وجيزة على مصدر الضوء وبنية طيفه الذي يشتمل على «عينات» اشعاعية تصل الى سطح الارض ضمن مروحة تختلف نوعية موجاتها وكثافتها وصفتها المباشرة والغير المباشرة من عينة لأخرى.

1 ـ مصدر الضوء

تعد الشمس المصدر الاساسي للاشعاع الضوئي الذي يصل بكميات تختلف من مكان لآخر. وقد حدد العلماء متوسط الثابت الشمسي (constante solaire) بمقدار 2 حرارية / سنتم² / دقيقة. (2 calories/cm²/mn) (1)

ويصل الاشعاع الشمسي الى سطح الارض على شكل موجات تختلف في طولها ومقياس طيفها (الرسم 2):

الرسم 2 موجات ومقياس الإشعاع الكهرومغناطيسي للطيف الشمسي



(1) عمليا ان الوحدة الاكثر استعمالا هي لونغلي (Longley : Ly) والتي تساوي : حرارية / سنتم² . وهناك مقاييس أخرى تستعمل من زاوية تعامل النبات مع الاشعاع الشمسي : Lux = 1 m² d'éclairement solaire
phot = 10.000 Lux.

يلاحظ من خلال الرسم ان موجات الطيف الشمسي تنحصر بين الأشعة السينية وما دونها مثل أشعة غاما والاشعة الكونية التي تقاس بمئات الاجزاء من الانغستروم (Angström) (2) من جهة، وأشعة البث الاذاعي من جهة أخرى. لكن الكثافة القصوى للبث الاشعاعي تتواتر بتواتر الموجات المختلفة الطول والتي تتأثر من جهتها بدرجات الحرارة حيث نجد ان الشمس التي تصل حرارتها الى 6000 درجة مائوية تبدأ في البث عند مقياس 0,5 μ (5000 A°) اي داخل الطيف الاشعاعي المرئي (4000 A° - 78000) ؛ وعلى عكس ذلك فالارض التي لا يتعدى معدل حرارتها 13 درجة تبث الاشعاع على شكل موجات كبيرة (ابتداء من 10 μ) اي داخل طيف الاشعة دون الحمراء (Infra-Rouges) (بين 0,78 و 50 μ) (3) ؛ وكلا الاشعاعين الشمسي والارضي يفيد النبات والانسان والحيوان مع سيطرة النوع الاول خلال النهار (4) وعلى مدى الفصول السنوية ؛ ونشير ايضا الى ان الاشعة التي تكون الطيف المرئي تصل الى الارض على شكل موجات تختلف في شكلها وحدتها ودرجة ميلانها وفي طاقتها الحرارية على الخصوص ؛ ويعود ذلك لعدة عوامل منها : مستوى تعامد الاشعة مع سطح الارض او درجة ميلانها، والمسافة التي تقطعها الاشعة قبل ان تصل الى الارض ؛ وتتلخص العوامل الاخرى في مستوى تشبع الجو بالرطوبة ودرجة الكثافة السُّحُبية والضَّبَابيَّة ومستوى تواجد الجزئيات والاجسام المختلفة العائمة في الجو. وكل هذه العوامل تتدخل لتحديد نوعية الاشعاعات التي تتجه نحو سطح الارض لتستفيد منها العناصر الحية من نبات وانسان وحيوان وتربة.
ومن جملة الاشعاعات نجد :

- الاشعاع المنعكس : Ray. Réfléchi
- الاشعاع المنكسر : Ray. Réfracté
- الاشعاع المبعثر : Ray. Diffus
- وخصوصا الاشعاع المباشر : Ray. Direct

اختلفت نوعية الاشعاعات الوافدة على سطح الارض والهدف واحد : إمداد الأحياء بما تحتاج إليه من حرارة وضوء خلال دوراتها الإحيائية ؛ ترى كيف يتعامل النبات مع ذلك ؟

2 ـ التمثيل الضوئي

إن اشعة الشمس المباشرة والغير المباشرة تدخل في علاقة معقدة مع خلايا النباتات خلال دورتها الانباتية (cycle végétatif) حيث تضمن لها عملية التمثيل الضوئي (Assimilation chlorophyllienne) ،

---

(2)Un Angström (Å) = 1/10.000.000 de mm.

Un micron (μ) = 1/1000 de mm = 10.000 Å

1 millimètre (mm) = 1000 μ = 10.000.000 Å

(3) Estienne (P), Godard (A) :climatologie, coll U, Armand collin, Paris, 1970. p : 20.

(4) هناك نوع من الاشعاع المنعكس على شكل الاشعة دون الحمراء المنبعثة من الاجسام يحدث خلال الليل وخلال النهار، ويقاس هذا النوع بالنسبة للاشعة الساقطة فوق السطح (Energie Incidente) بمقياس البياض (Albédo) والذي تختلف درجات سُلَّمِهِ باختلاف نوعية المادة العاكسة ولونها وحسب درجة ميلان الأشعة الساقطة على السطح.

وتعد هذه العملية احدى الظواهر المحيرة في علم الاحياء (5). فبرغم الدراسات المستفيضة التي يقوم بها الباحثون باستمرار حول هذه الظاهرة فإن عملية فصلها عن باقي العمليات في الخلية وتحليلها كعملية كيماوية اساسية تبدو اكثر صعوبة مما كان يتوقعه الباحثون. وتتوفر حاليا كثير من المعلومات حول تركيب الجهاز التمثيلي في خلايا النبات: فالكلوروفيل - وهو المادة الاساسية المساعدة في عملية التمثيل - يوجد في جميع النباتات تقريبا على شكل بلاستيدات (Plastides) خضراء تتركز على شكل حُبيبات جد دقيقة أسطوانية الشكل منبسطة مفلطحة يبلغ قُطرها ميكرونا واحدا (انظر الهامش 2) وسمكها حوالي خُمس الميكرون. وتُرى الحُبيْبَة تحت المجهر مقسمة الى 20 او 30 قرصا رُصت فوق بعضها البعض. وتحتوي البلاستيدة الواحدة في المتوسط على ما يقرب من بليون جزء من الكلوروفيل. وتعد اقراص البروتين «المسرح» الذي يمثل الدور الخاص بالعمليات التركيبية في التمثيل اليخضوري. والوظيفة الكيماوية الاساسية لعملية التمثيل هي اختزال ثاني اوكسيد الكربون إلى المواد الكربوهيدراتية التي تشتق منها جميع المواد العضوية الموجودة فوق سطح الارض. ويرى الكثير من الباحثين ان هناك مادة تتحد مع الهيدروجين وتوجد دائما مع الكلوروفيل في الحُبيْبات، وبعد ان تأخذ هذه المادة الهيدروجين من الماء عند تعرضه للضوء تنقله دون استعانة بالضوء الى أي مركب قد يُستخدم في النهاية كمادة مؤكسدة قد تكون ثاني اوكسيد الكاربون او الكينون او البايريدين او غير ذلك. .

ومن المحتمل جدا انه اذا لم يستخدم هذا المركب الجديد مباشرة فإنه يضيع نتيجة تفاعلات عكسية تحدث في فترة وجيزة قد لا تتعدى ثواني معدودة.

وهناك من الباحثين من يعتقد ان الخلايا تحتفظ بقدرتها الاختزالية عدة دقائق بعد ابعادها عن الضوء، فكيف تتم من الوجهة الكيماوية عملية تحويل ثاني أوكسيد الكربون الى مادة كربو هدراتية بواسطة المواد المختزلة الاولية ؟ بامداد الخلايا بثاني أوكسيد الكربون المُغلف بالراديوكربون، وتُتْرَكُ هذه الخلايا تستعمل الغاز لمدة ثوان معدودة ثم قتلها بعد ذلك وجد بعض الباحثين في جامعتيْ كليفورنيا وشيكاغو بأن أولى المواد الناتجة التي يدخل ثاني أكسيد الكربون في تركيبها خلال التمثيل الضوئي هو حامض الفوسفوجليسيريك (A3 PG) المركب من حامض الفوسفوريك وحامض الجليسيريك؛ ويظهر أن فائدته في عملية التحول الغذائي داخل الجسم النباتي تشبه فائدة التشحيم في المحرك (6). ويكون هذا الحامض اساس ميلاد عدد من الاحماض الأمينية (Acides aminés) مثل البروتينات والاحماض الدسمة مثل الدهنيات (Lipides)، واذا عرضنا الكلوروبلاستيدات للضوء نلاحظ بعد التحليل الكمي لظاهرة التمثيل اليخصوري بأن امتصاص الغاز الكربوني يعادل من حيث الحجم ما يتولد في المقابل من اكسيجين. ويمكن الوقوف عند انواع السكريات (7) بواسطة تحاليل كيماوية جد دقيقة.

---

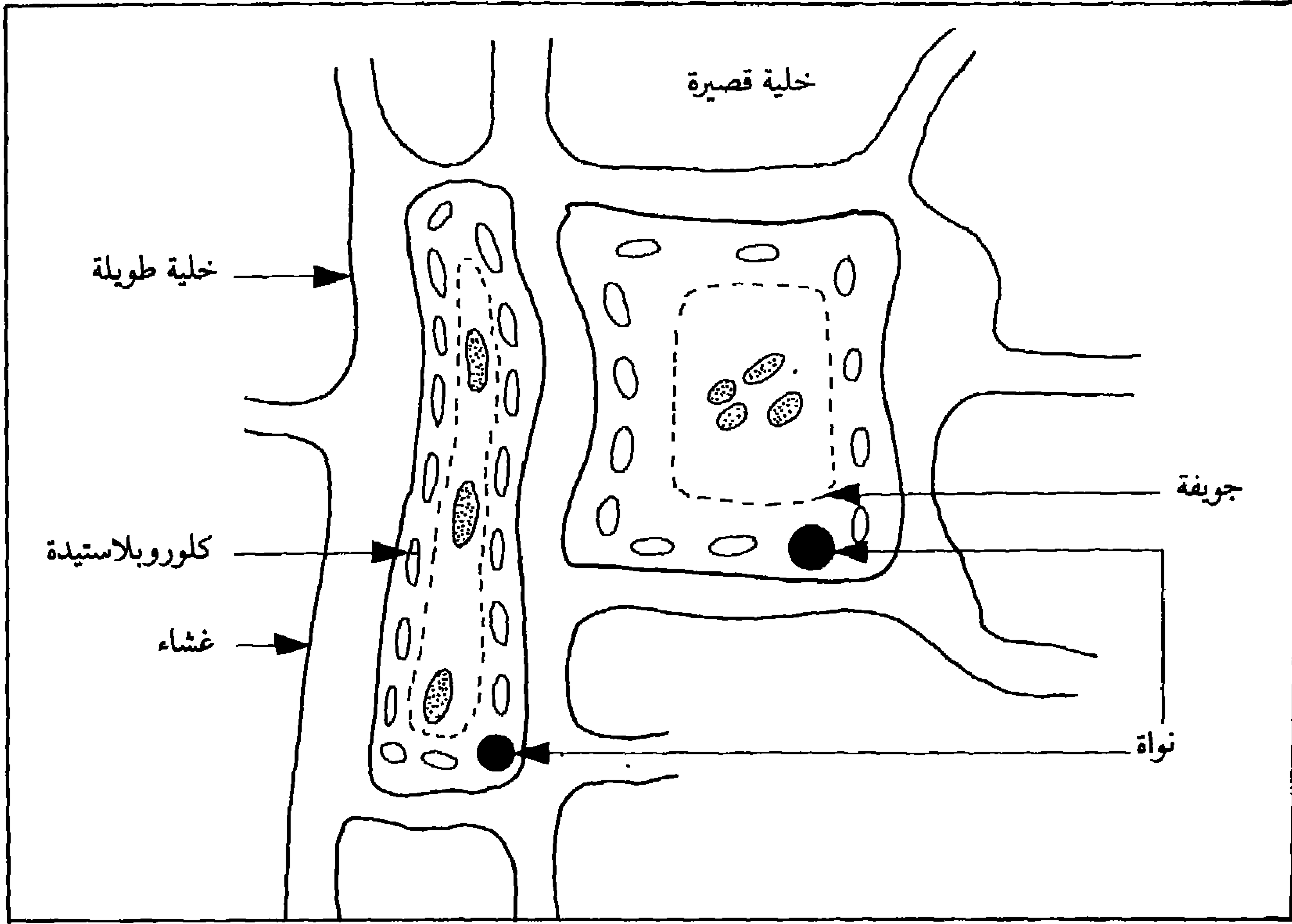
(5) لقد ظل الانسان لغاية القرن السابع عشر يعتقد أن النباتات تنشط فقط بجهازها الباطني، وفي سنة 1771 اكد الكيميائي الانجليزي Priestley بان النبات يستهلك الغاز الكاربوني ويولد الاكسجين، وبعد مدة تأكد للعلماء افراز النبات لمادة السكر (glucide) خلال تعرضها لأشعة الشمس. وقد انتظر المهتمون النصف الاول من القرن العشرين ليأتي الباحثون Hil (1937) و Ruben (1939 - 1941) و Amon (1954) بحلول مقنعة لهذا اللغز.

(6) طائفة من العلماء: «حياة النبات» مجموعة مقالات نُشرت في مجلة العلوم الامريكية، ترجمة الدمرداش عبد المجيد سرحان، دار المعارف مصر 1961.

(7) Parmi ces sucres définitifs on cite :

- GLucose, Fructose ($C_6 H_{12} O_6$)
- Saccharose ($C_{12} H_{22} O_{11}$)
- Amidon ($C_6 H_{10} O_5$)

الرسم 3 : تشكيلة الخلية النباتية

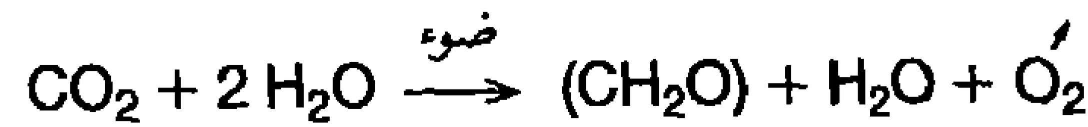


وقد كانت المعادلة الاجمالية للتمثيل الضوئي المقترحة من طرف الفيزيولوجيين خلال القرن التاسع عشر هي :



$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{ضوء}} (CH_2O) + O'_2$$

حيث كانوا يعتقدون بان الأوكسيجين يتولد عن غاز الكربون، لكن العالم Ruben ـ عكس ذلك ـ أكد بأن الأوكسيجين يتولد عن الماء الشيء الذي عدل المعادلة لتصبح :



$$CO_2 + 2\,H_2O \xrightarrow{\text{ضوء}} (CH_2O) + H_2O + O'_2$$

ونشير في الأخير إلى أن عملية تغذية النبات خلال التمثيل اليخضوري تنقسم الى مرحلتين :

أولا : المرحلة النورانية (phase lumineuse):حيث يتم حل الماء بواسطة الضوء (Photolyse) الى مادتي الاوكسيجين والهيدروجين ؛ وتشتمل هذه المرحلة على عمليتيْن ضوء كيهاوية (Photochimiques) تلعب فيها مادة الكلوروفيل الدورَ الاساسي (العملية الاولى) بينما تلعب البروتينات والدهنيات دور الخازن للطاقة الممتصة (العملية الثانية).

تتم طريقة حل الماء على الشكل التالي : بواسطة الضوء والكلوروفيل يتم حل الماء الى هيدروجين موجب (+ H) وإلى جذر سالب (−OH)، وهذا الجذر السالب يفقد إلكترونا واحدا (−e) يضمن حدوث تفاعلات كيهاوية متتالية. في الوهلة الاولى يحدث تراجع في كمية المواد الاختضابية (Substances pigmentaires) يطلق عليها اسم (Cytochromes) وهي عبارة عن

بروتينات توجد في الكلوروبلاستيدات ؛ وهكذا يمر الالكترون السالب من سيتوكروم (أ) الى سيتوكروم (ب) محررا بذلك طاقة حرارية تُخْتَزَنُ في الكلوروبلاستيدات على شكل (Adénosine Diphosphate) وعلى شكل (Adénosine Triphosphate) .

ومن جهة اخرى يظل الجذر السالب (OH–) غير قار (Instable) الشيء الذي يسمح بتوليد الماء والاوكسيجين وهذا ما يؤكد صحة تجربة Ruben الذي أكد توليد الاوكسيجين من الماء وليس من غاز الكربون.

ثانيا : المرحلة المظلمة : (Phase opaque) خلال هذه المرحلة يحدث التمثيل اليخضوري الذي لا يحتاج الى ضوء خصوصا منه المباشر فيتقلص وجود غاز الكربون وتتكون النشويات الضرورية لحياة النبات (8).

وخلال هذه المرحلة المظلمة يتم الاعتماد على الطاقة المخزونة (Adénosine triphosphate) والمتولدة خلال المرحلة النورانية.

وخلاصة القول أن أهمية التمثيل اليخضوري تتمثل في الحقائق التالية :

- متر مربع من اوراق عباد الشمس يولد خلال ساعة مشمسة ما يقرب من غرام واحد من السكريات، والهكتار الواحد منه يولد ما يقرب من 160 طنا من الكربون في السنة (9)،
- ان بعض النباتات البحرية (Algues zostères) تنتج ما يقرب من 70 ٪ من الاكسيجين المستهلك فوق سطح الارض،
- بين 40 و60 ٪ من الكربون يتم تمثيله بواسطة النباتات في ربوع الولايات المتحدة.

وهكذا يتبين ان التمثيل اليخضوري ضروري لحياة النباتات ونموها. الا ان النبات لا يتعامل مع الضوء بنفس الطريقة.

3 ـ تعامل النبات مع الضوء

3.1 امكانيات استعمال الضوء :

ان الاشعة التي تصل الى سطح الارض تتكون في رُبُعِ عُشرها من الطاقة النورانية وسُدُسِ عُشرها من الطاقة الحرارية.

وقد سبق أن رأينا بأن الاشعاع الشمسي لا يصل كله بطريقة مباشرة إلى السطح.

وحتى الجزء الضوئي المباشر لا يستغل كله :

على 100 حرارية : 20 منها تعكس بطريقة البَيَاض، (Albedo)

10 تنتشر عبر الاوراق،

20 تحول الى حرارة موزَّعة،

48 تمتص وتحول إلى حرارة تستغل في عملية التنفس،

2 تستغل في التمثيل الضوئي بعد تحويلها الى طاقة كيماوية.

---

(8) تعتمد حياة النبات بالاضافة الى ما ينتجه التمثيل الضوئي على ما يأتي من باطن الارض من مواد تصلح لانتاج النشا والمواد الدسمة والبروتينات، واجسام كيماوية ضرورة لنمو النبات مثل الاوكسين (Auxine) وجيبرولين (Gibbérelline) وكذا الفيتامينات التي تستفيد منها الحيوانات الآكلة للعشب. ومن بين المواد التي لا تتولد بواسطة التمثيل اليخضوري نجد الأزوت، الحديد والمغنزيوم التي تدخل في صناعة الكلوروفيل وكذا البوتاسيوم، الكالسيوم، الفوسفور، البور، واليود.

(9) حسب المختصين في عالم النبات ما تولده النباتات الصغيرة والمتوسطة قد يصل الى 20 مليار طن في السنة.

ونشير إلى أن الماء يعد عائقا اساسيا امام استغلال الضوء من طرف النبات المائي : فعلى عمق 18 مترا توقف المياه 50 ٪ من كمية الضوء الوافد ؛ ويكاد النور ينعدم على عمق 50 مترا . وموازاة لهذا التقلص النوري تختفي الطحالب الخضراء (Chlorophycées)،وبعدها الطحالب البنية (Phéophycées)،وتتابع الطحالب الحمراء (Rhodophycées) نشاطها التمثيلي رغم ضعف الضوء بسبب توفرها على أخضاب خاصة (Pigments particuliers) تساعدها على ذلك .

وقد أكدت بعض الأبحاث وجود بعض الطحالب على عمق 120 مترا في بحيرة اوريكان بالولايات المتحدة. وبالتطرق للاختلاف الموجود بين الاوراق الالفظلية (Sciaphiles)،والاوراق الالفضوئية (Héliophiles)،يجرنا الحديث إلى نقطة التكافؤ الضوئي لدى النباتات .

3.2 نقطة التكافؤ الضوئي Point de compensation lumineux

قبل التطرق لحصيلة التمثيل (Bilan d'assimilation) لدى النبات وظاهرة نقطة التكافؤ الضوئي خلال عملية التمثيل نشير الى ان علماء النباتات صنفوها الى صنفين أساسيين من زاوية طريقة وكثافة تعاملها مع الضوء :

أولا النبات الالفضوئي (Héliophytes): يألف التعايش مع ضوء الشمس من زاوية مزاولة نشاطه اليخضوري . وميزته الالفضوئية تجعله ينهج سلوكا توسعيا «عدوانيا» في بعض الاحيان قصد السيطرة على النباتات المجاورة خصوصا منها النامية ؛ ومن بين هذه النباتات نورد: الشيح (Armoise)،ندى البحر (Romarin)،جميع انواع الاعشاب (Herbes)،الشوكل (Ronce)،السرخس (Fougère)،السندر (Bouleau)،الصنوبر البري (Pin sylvestre)،الدردار (Orme)،التنوب (Sapin)،الزان (Hêtre)،الحور (Peuplier)،البندق (Noisetier)،الحماض (Rumex) السنفية (Epilobe) .

ثانيا النبات الالفضلي (Sciaphytes): هذا النوع لا يحتاج الى كثافة ضوئية مباشرة لمتابعة نشاطه اليخضوري بل يفضل الاحتماء في ظل النباتات الالفضوئية او يتحمل الاشعاع المبعثر. من بين هذه النباتات نورد الاصناف التي تكون احراج الغابات المعتدلة والغابات الاستوائية حيث تعوض لها حرارة الجو ما تحرمه منها النباتات العملاقة من اشعاع مباشر [10]. ونورد بعض الأمثلة من الغابات المعتدلة الشمالية : البهشية الصغرى (Petit Houx)،شقائق النعمان (Anémone de bois)،عدة اصناف من السرخس والياقوتية (Jacinthe)،وكل الفصائل التي تكون التفرة او نبات الحراج (Sous-bois) ، وهذا قد يشمل جميع انواع المناطق المناخية في العالم.

ونشير الى ان هناك انواعا من النباتات تكثف من نشاطها اليخضوري لفترة معينة قبل ان تحرمها من الضوء الاصناف الالفضوئية ، مثل الياقوتية وعشبة البواسير (Ficaire) .

وهناك فصائل من الاشجار تحتاج الى الضوء أكثر من غيرها خلال فترة نموها الاولى وبعد ذلك تكتفي بالضوء المبعثر ولا تعرض من جسمها للشمس سوى قممها العالية مثل الزان والقيقب (Erable)،والسنديان الاحمر (Chêne rouge)،والزيزفون (Tilleul)،والراتنجية (Epicéa)،والطقسوس (if) .

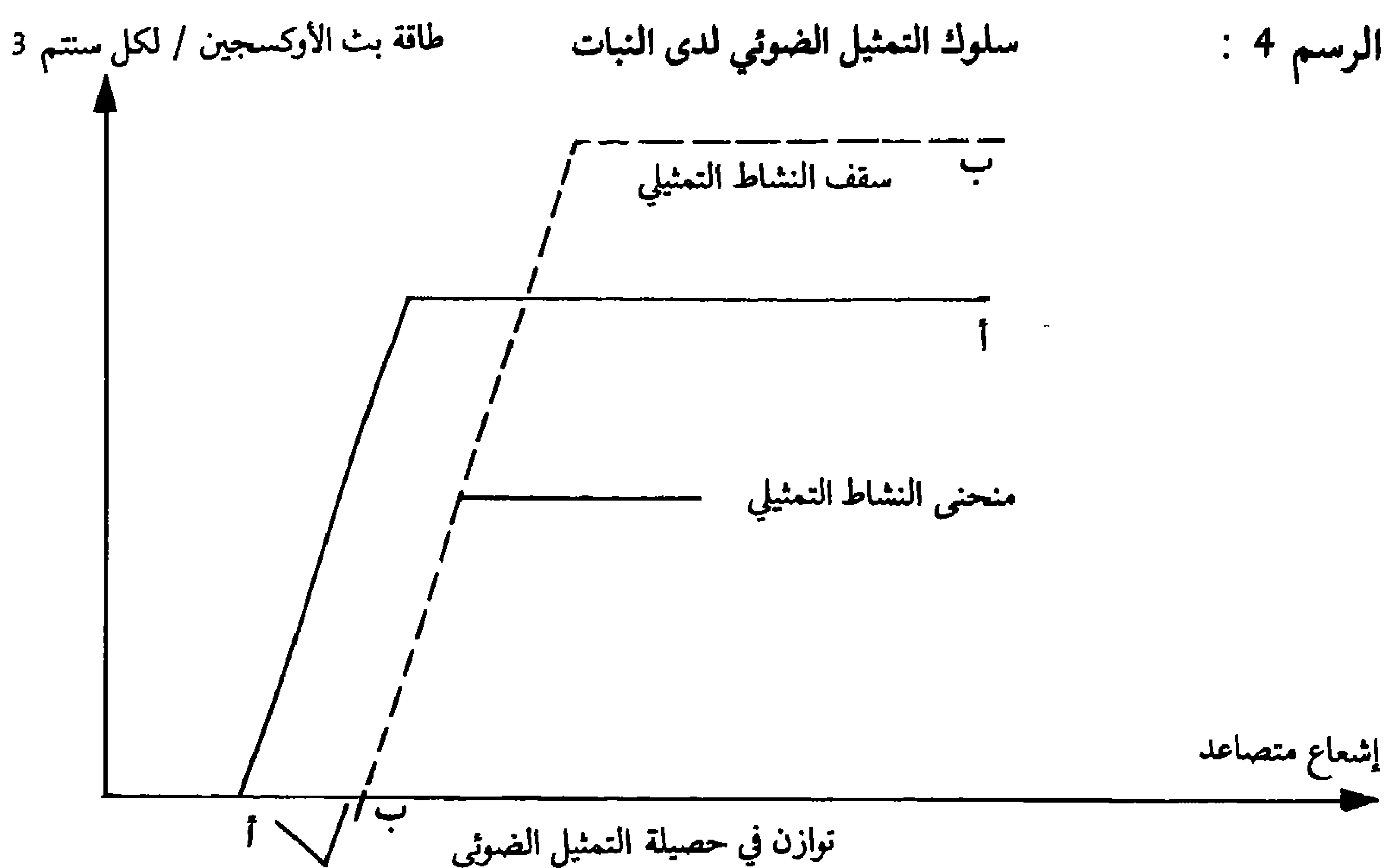
10) لقد توصلت بعض الابحاث الى ان اشجار غابة الكونغو الاستوائية لا تسمح للضوء بالوصول الى المستويات السفلى الا بنسبة 0,1 ٪؛ وقد لوحظ نفس الشيء في غابات اوربا الكثيفة حيث تزدهر الاصناف الالفضلية (0,01 ٪ مثلا في غابة الدردار بالمانيا الغربية).

ونشير في الاخير الى ان هذا السلوك في التعامل مع الضوء او الظل قد يتغير اذا ما تم نقل النباتات من بيئتها الاصلية الى بيئة اخرى، او اذا حدث تغيير مناخي شامل (انظر فقرة المناخات القديمة واثرها على تغير التشكيلة النباتية).

وفيما يتعلق بحصيلة التمثيل الضوئي لدى النباتات وما يصاحبها من ظواهر تأكد ان هناك سلوكا خاصا تسلكه اصناف نباتية بعكس اصناف اخرى : فللصنف الالفضوئي خلال النشاط اليخضوري سلوك يميزه عن الصنف الالفظلي، فهذا الاخير يعمل على التكيف مع الظل ومع الاشعاع المبعثر بالرفع من مساحة اوراقه والتقليص من سمكها ودرجة صلابتها. وفي غياب الضوء الكافي يُسجل عجز في حصيلة نشاطها اليخضوري حيث تستهلك من الاوكسجين اكثر مما تولده او تفقد من الكربون اكثر مما تلتقطه من الجو ؛ وكلما ارتفعت كمية الضوء المبعثر الا واقتربت العملية من نقطة التوازن وفي حالة ارتفاع كثافة الضوء المباشر يحصل فائض في حصيلة النشاط اليخضوري.

ونشير في هذا الصدد الى ان نقطة التكافؤ الضوئي لدى الصنف الالفضلي أدنى منها لدى الصنف الثاني، ذلك ان الصنف الالفضلى يبدأ في بث الاوكسيجين قبل الصنف الثاني ويرتفع ذلك مع ارتفاع الكثافة الضوئية المباشرة أو المبعثرة حتى نصل الى عتبتيْن (Pa-liers) الاولى وهي الدنيا تهم النبات الالفضلي و الثانية وهي العليا تهم النبات الالفضوئي. وللاشعاع نقطة محددة ولكل نقطة زمنها، والرسم التالي يوضح ذلك :

الرسم 4 : سلوك التمثيل الضوئي لدى النبات



3.3 السلوك الإضائي لدى النبات

جميع النبـاتـات تحاول التكيف مع فترة ووحدة اشعاع ضوئي معينتيْن وهي تزاول نشاطها اليخضوري خلال النهار، وهذا ما يسمى بالدورة الاضائية (Photopériodisme) التي تختلف من سلوك نباتي لآخر ومن مناخ لآخر، كما تختلف بتدرج مراحل الدورة الانباتية والمتمثلة في الانبات

(Germination) ، التوريق (Feuillaison) ، الإزهار (Floraison) والإثمار (Fructification) ، حيث نجد ان بعض النبات يفضل كثافة ضوئية مرتفعة خلال فترة التوريق والآخر يفضلها خلال فترة الإثمار أو هما معا . . وهناك على العموم أصناف من النباتات حسب سلوكها الدور ضوئي (Comportement photopériodique) :

أ ـ الصنف الذي يألف الأيام المشمسة القصيرة : يوجد غالبا في المناطق البيْمدارية حيث ترتفع درجة الحرارة لتستقر بين 25 و30 درجة على طول السنة ، هذا بالاضافة الى فترة التشميس النهاري ؛ وهذا الصنف يشمل قصب السكر، بعض اصناف التبغ ، الدهلية الانبوبية (Dahlia tubulaire) ، القلقاس الرومي (Topinambour) ، القلقاس العسقلي والاقحوان (Chrysanthème) ؛ وهذا الصنف يفرض خلال انفتاح البراعم فترة تشميس لا تتعدى 12 ساعة ، واذا لم يتوفر هذا الشرط تظل البراعم مغلقة وكأنها نائمة (Période de dormance) ، ولا تُرْفَعُ حالة الاستثناء هذه الا عندما تتوفر المدة الضوئية الملائمة (١١) .

ب ـ الصنف الذي يألف الايام المشمسة الطويلة : هذا الصنف غالبا ما يوجد في المناطق المعتدلة والباردة (ما وراء خط عرض 40 درجة) ، وغالبا ما يحتاج الى فترة طويلة لضمان عملية الإزهار التي تضمن بدورها متابعة الإنجاب ؛ ومن بين انواع هذا النبات نجد النباتات الحولية ، جل فصائل الخضر ، الخلنج (Bruyère) ، الصويا ، البنج المخدر (Jusquiamine) ، والشمندر .

واذا كان طول فترة الاضاءة يَتَسَبَّبُ في عقم الصنف النباتي الذي يشترط فترة قصيرة ، فنفس الشيء يحدث لدى الصنف الذي يشترط فترة اضائية طويلة اذا لم يُنْعَمْ بذلك .

ج ـ الصنف الوسط : ويشمل جميع انواع الحبوب التي تتكيف مع حالة طول التشميس أو قصره خلال مراحل الإنبات .

د ـ الصنف المحايد : هنا لا تلعب مدة التشميس الدور الحاسم في الدورة الانباتية ، ومنها انواع النرجس والياقوتيات . . .

ونشير في الاخير الى أن هذا التصنيف يظل قابلا للتغيير نظرا لتعدد انواع سلوك النباتات التي لازال الباحثون لم يتوصلوا الى تحديدها ودراستها بدقة بسبب تعدد الاصناف النباتية فوق سطح الارض والتغييرات التي تحدث في سلوكها التكيفي .

ومن جهة اخرى نشير الى التقارب والتشابه الذي يجمع بين سلوك النبات والحيوان من زاوية تعاملها مع الضوء والظل ، فمعظم الحيوانات تنهج سلوكا معينا في تعاملها مع الضوء ومدة التشميس وذلك باتخاذها لونا معينا ، وتغير من نعومة أو خشونة جلدها كما تنظم فترات تواترها على الضوء أو الظل . ومن الأنواع الألفضوئية نذكر بعض أصناف السحالي والثعابين والجراد ، ومن بين الأصناف الألفضلية نجد السنجاب (Ecureuil) ، وبنث وردان (Blatte) ، وهناك النوع الالفليلي كالحشرات والبوم والوطواط . . . ولهذا التواتر الضوئي أو الضلي أثر أساسي في السلوك الجنسي والانجابي لدى معظم الحيوانات وكذا في سلوك هجرتهم الموسمية .

من هنا تبدو أهمية الوتيرة الضوئية في الدورة الإنباتية وما يتخللها من نشاط يخضوري لدى النباتات ، ويعد الضوء المصدر الأساسي لتوليد الحرارة ، فكيف تتعامل مختلف النباتات مع الوتيرة الحرارية ؟

(١١) لقد حدثت في بعض مزارع الولايات المتحدة الامريكية ظاهرة غريبة : يتعلق الامر بفصيلة من التبغ اصلها من ولاية فلوريدا (مناخ مداري) نُقلت الى ولاية ماريلاند (خطوط عليا) حيث يطول النهار ومعه مدة التشميس الصيفية وهي فترة ازدهار التبغ ؛ فحدث ان «رفضت» النبتة الإزهار ورفعت من مساحة اوراقها استجابة للمدة الدور ضوئية المرتفعة ، فاستفاد الفلاحون من مردودية اوراق التبغ الجيدة لكن على حساب عقمها المتمثل في عدم إزهارها !

الفصل الثاني

اهمية الحرارة في الدورة الإنباتية

بالاضافة الى التربة والماء والضوء وبعض الغازات، تلعب الحرارة الدور الاساسي في انجاح الدورة الحياتية للنبات، والدليل على ذلك هو تدهور الغلاف النباتي في أعالي الجبال وفي خطوط العروض العليا وكذا في المناطق الصحراوية الباردة أو الحارة ؛ والدليل الثاني هو ان تجمد التربة عند تدني درجة الحرارة يوقف الاتصال بين التربة والنبات ومعه النشاط اليخضوري والتنفسي.

1 ـ أثر الحرارات القصوى

لكل نوع من النباتات درجة حرارة مُثْلى (Optimum de température) والتي تنحصر داخل مروحة تتمدد فيها الحرارة من القصوى الى الدنيا.

والنباتات التي تتحمل مدى حراريا كبيرا بين النهايتيْن تسمى بالصنف الجَلَدْ حَرَاري (Eurythèrme) ويوجد ضمن غطاء خطوط العرض العليا مثل البيلسان الكندي (Sureau de Canada) ؛ والنوع الذي يتكيف مع المدى الحراري القصير يسمى بالصنف الحِسْحَرَاري (Sténothèrme) مثل شجر المطاط البرازيلي (Hévéa).

وداخل هذه المروحة توجد عدة عتبات حرارية (Seuils thermiques) تصنف النباتات حسب تجاوزها او عدم تجاوزها لهذه العتبات (12) :

اذا كانت العتبة تتعدى 20 درجة يسمى النبات بذي الحرارة الكبرى (13) (mégathèrme) مثل شجرة النخيل التي لا تتخطى في الغالب النطاق الحار (انظر الخريطة رقم : 4)،

واذا كانت المروحة منحصرة بين 12 و15 درجة يسمى النبات بذي الحرارة المتوسطة (Mésothèrme) كبعض الصنوبريات ؛ او ذي الحرارة الدنيا (microthèrme) اذا تم الإنبات والنمو دون عتبة 5 درجات، ويشمل هذا الصنف في الغالب نباتات المناخ المعتدل والبارد والبيئة الجبلية.

وهذا الاختلاف في المروحة الحرارية المثلى هو الذي يحدد الى جانب عوامل أخرى المجالات النباتية الكبرى (انظر الفصل الثالث من الباب الرابع).

---

(12) يموت شجر الزيتون اذا نزلت الحرارة الى ـ 13 درجة وعلى مدى فترة معينة ؛ والسنديان (chêne) يموت عندما تنزل الحرارة الى ـ 25 درجة ؛ بينما تتحمل الارزيات المخروطية (Epicéa) حرارة 60 درجة تحت الصفر، وتدخل بذلك ضمن الصنف النباتي الذي يألف الحرارات الدنيا (Hékistothèrmes).

(13) هناك اختلاف كبير بين بعض النباتات فيما يتعلق بمتطلباتها الحرارية : مثلا بالنسبة للصنف المداري والشبه مداري الذي يتحمل درجات حرارية مرتفعة نسجل اختلافا واضحا : فللبطاطس مروحة حرارية تنحصر بين 1000 و1400 درجة، والذرة بين 2200 و3500، والارز 3500، والفول السوداني بين 3500 و4000 درجة.

2 ـ السلوك الدور حراري للنبات

تتطلب النباتات كما هو الشأن بالنسبة للضوء وتيرة حرارية معينة تختلف حسب الصنافة النباتية وحسب نوعية المناخ الذي يؤثر بوضوح في الدورة الوظيفية للنبات (14). وهذا ما يسمى بالسلوك الدور حراري (Thermopériodisme) الذي يحدث ضمن سلم ينقسم الى وتيرتين : الوتيرة الموسمية والوتيرة اليومية.

اولا المدى الحراري الموسمي : ان المعدلات الحرارية لا تكفي للتقرب من الحقائق ولهذا وَجَبَتْ ضرورة احترام وتيرة موسمية لنجاح الدورة الحياتية للنبات : فهناك بعض الاصناف التي تدخل في حالة الاسترباع (Vernalisation) لضمان نجاح دورتها الانباتية (15) مثل شجر الخوخ الذي لا يزهر في فصل الربيع الا بعد قضاء 400 ساعة على الاقل تحت حرارة أقل من 7 درجات.

وهكـــذا يظهـــر ان النبـــات يقـــوم بعملية تجميع حراري خلال الـــوتـــيرة الحـــرارية الســـالفـــة (Rythme saisonnier antèrieur) للاستفادة منها خلال مراحل التوريق والازهار والاثمار (16).

ثانيا المدى الحراري اليومي : ان للتأرجح الحراري اليومي (Oxillation thermique diurne) أهمية بيولوجية كبرى حيث نجد نباتاً يفضل تذبذباً حرارياً يومياً هاماً لضمان نجاح دورته الانباتية مثل الطماطم التي تهوى مروحة حرارية خلال النهار (بين 25 و27 درجة) و17 و19 درجة خلال الليل.

وقـد لوحظ بان معـظم نبـاتات اوربا القارية تشترط تذبذبا حراريا يوميا كبيرا بينما نباتات السواحل الاطلنتيكية لا تقبل الا المدى الحراري الضعيف.

وللحرارة القصوى والدنيا اهمية كبرى في حياة النباتات حيث تؤثر في شكلها وحجمها وفي درجـة صلابة اوراقها وكذا في مستوى فقدانها لأوراقها، الشيء الذي يجعل النبات يتخذ سلوكا كيماويا وفزيولوجيا لمجابهة أي طارىء حراري مفاجيء (17) :

- هناك نبات يقلل من جزئه الخارجي ويضخم من جزئه الباطني لمجابهة فترة المناخ البارد،
- ونبات يفقد أوراقه خلال الفترة الباردة،
- ونوع آخر يقاوم البرد القارس باغلاق مسام أوراقه والتقليص من حجمها.

وسنوضح مستويات هذا السلوك ومميزاته عند تطرقنا للتكيف الفزيولوجي والمرفولوجي للنبات (الفصل الثالث من نفس الباب).

---

(14) مثلا شجرة سنديان اوربا الغربية تسجل اختلافات واضحة في وتيرة إثمارها من منطقة لأخرى : فبإيطاليا يحدث الاثمار كل سنة، في المنطقة الباريزية يتم ذلك كل ستة سنوات ؛ وفي منطقة الاردين بشمال شرق فرنسا بين 10 و15 سنة، ولهذا علاقة واضحة مع تدرج خطوط العرض ومعها درجات الحرارة.

(15) بالنسبة للنباتات النصف حولية تؤدي الحاجة لمناخ بارد خلال الفترة الشتوية الى ضرورة استقبال ايام صيفية طويلة لضمان النضج ونجاح عملية الإثمار بعد الإزهار.

(16) ظاهرة التراكم الحراري (Cumulation thermique) توضح خطأ القول بان فصل الشتاء هو فترة استراحة بالنسبة لمعظم النباتات، ذلك أنه خلال هذه الفترة (Dormance) تحدث تحولات كيماوية وفيزوكيماوية لتحضير عملية توريق ونمو النبات خلال الشهور اللاحقة.

(17) كما هو الشأن بالنسبة للنبات، هناك سلوك معين يسلكه الحيوان لمواجهة المدى الحراري الموسمي واليومي حيث نجد النوع الجلد حراري (Animaux Eurythèrmes) مثل الثدييات والطيور وحيوانات المياه السطحية ؛ وهناك النوع الحسحراري (Animaux sténothèrmes) مثل التماسيح والمديخ المجوف (polype). وتتخذ الحيوانات اشكالا مرفولوجية لمقاومة المدى الحراري (الفراء، الريش، نعومة او خشونة الجلد ...)، كما يلجأ بعضها للهجرة وتغيير المكان او الاختباء في الجحور (Animaux fouisseurs) للتأقلم مع مناخ محلي غالبا ما تبحث عنه او تصنعه بنفسها.

الفصل الثالث

السلوك المائي للنبات

لا حياة بدون ماء ؛ فجميع الاحياء فوق سطح الارض في الجو او تحت المـاء تعيش بالماء. والماء ضروري للنبات على عدة مستويات :

- التمثيل : Photosynthèse
- النتج - التبخر : Evapotranspiration
- التنفس : Réspiration
- التراشح : Osmose

قد يصل معدل الماء في بعض الأجسام الى 50 ٪ من حجمها الاجمالي :

الجدول 1 :

نسبة الماء في النبات

أنواع النبات	النسبة
السبانخ	٪95
براعم الخيزران	90
الجزر	90
أزهار الخرشف	85
درنة البطاطس	85
اوراق القمح	76
خشب طري	55
الحبوب	20 - 17
اللوبياء الجافة	10

Source : Documents divers

هذا بالاضافة الى أن الماء هو الناقل (Véhiculant) للمواد المغذية الآتية عبر الجذور، فكيف تتم هذه العملية ؟

1 ـ قانون التراشح (Loi d'osmose)

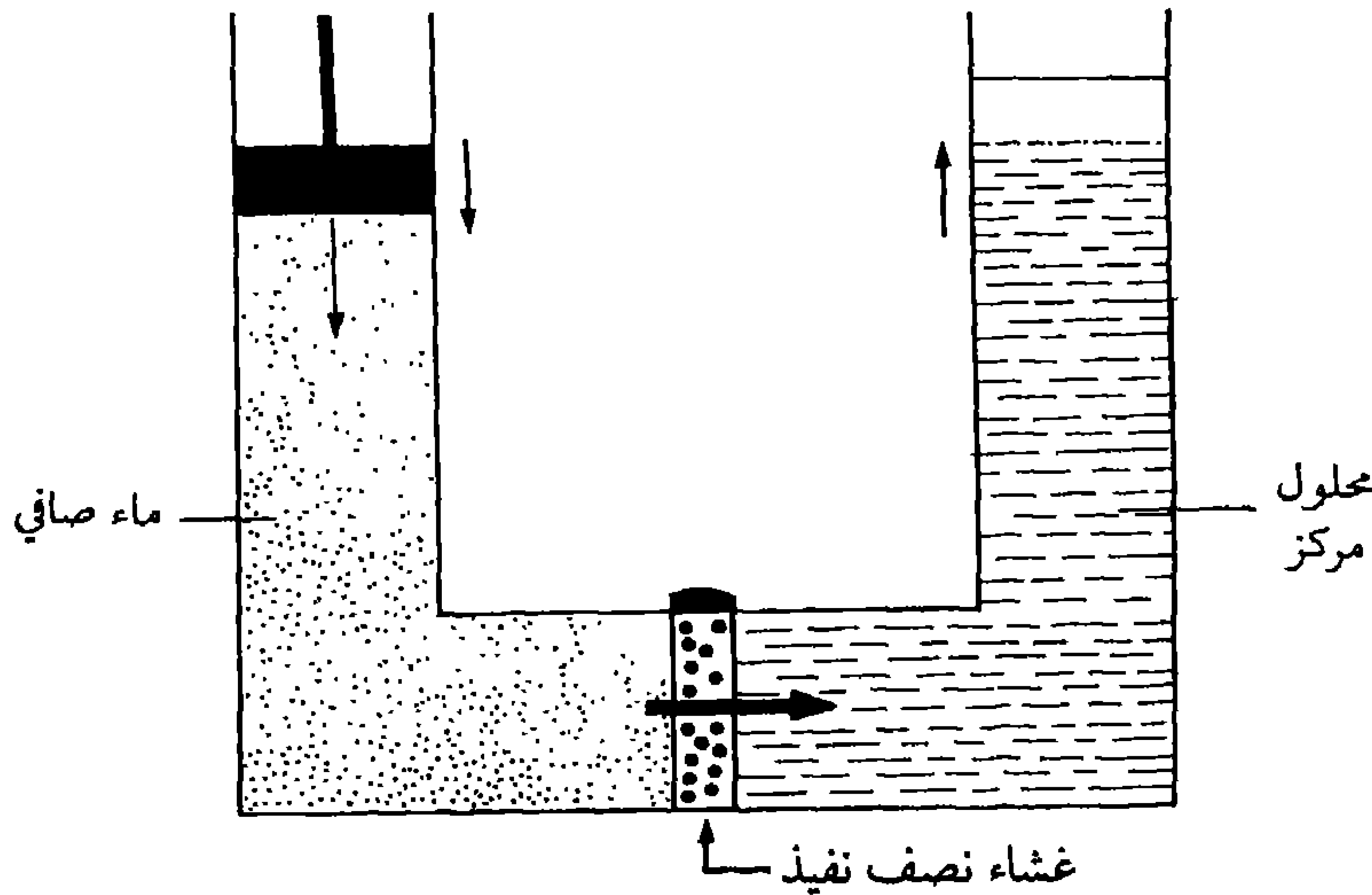
لقد تعرف الفزيائيون والكيميائيون على هذه الظاهرة ـ التي تسمى أيضا بظاهرة التنافذ ـ منذ عدة قرون.

وتتلخص هذه الظاهرة في عملية تنقل السوائل والاملاح والمغذيات عبر غشاء شبه نفيذ (Semi-fermé) بين مركبين مختلفي التركيز، وهذه الحركة تحدث في اتجاه المحلول الأكثر تركزا (Solution Hypertonique) ؛ ونظريا تقف هذه الحركة عندما يحدث توازن بين المركبين المتقابلين : (Solutions isotoniques) (18).

وكان الراهب (Jean Nollet) اول من قام بتجربة حول ظاهرة التراشح سنة 1748 ؛ وقد أكد فعالية هذه التجربة بعده العالم (René Dutrochet) سنة 1809 رغم اعتماده على تقنيات غير ناجعة ؛ الشيء الذي تفاداه بعده العالم (Isodor Traube) سنة 1867 ، والعالم (Wilhelm Pfeffer) سنة 1877 اللذان دفعا بالتجربة الى مستوى أكثر مردودية ؛ وفي سنة 1884 أكد العالم (Jacobu s Van't Hoff) بان للضغط التراشحي علاقة بدرجة تركز المحلول ؛ وبعد ذلك بسنة قدم تحليلا جزيئيا (Interprétation mo-léculaire) لظاهرة التنافذ الذي اصبح يمثل ظاهرة من بين اهم الظواهر الفزيوكيماوية لدى الاحياء النباتية.

تحدث عملية التراشح بين الجزء الباطني والجزء الخارجي للنبتة حيث يتم مرور المواد المغذية والهرمونات والايونات نحو اوراق وزهور وفواكه النبتة عبر اغشية شبه نفيذة والتي غالبا ما تتأثر بعدة عوامل باطنية وخارجية مثل درجة حموضة التربة ودرجة الحرارة ونسبة رطوبة الجو (19) ؛ كما تخضع لدرجة نشاط الخلايا (Métabolisme cellulaire) التي تتحكم في توجيه العملية بالرفع او الخفظ من الضغط التراشحي :

الرسم 5 : ظاهرة التراشح لدى النبات



(18) تستعمل هذه الظاهرة في تنقية المياه الملوثة وخصوصا في تحلية مياه البحر خصوصا بعد اكتشاف مادة (Acétate de cellulose) واستعمالها كغشاء للفصل بين المركبين.

(19) لقد حُدد سلم للضغط التراشحي بالقياس مع درجة الرطوبة التي تختلف باختلاف المناطق المناخية ودجة رطوبة الجو : في المناطق الرطبة يصل الرقم الى درجة ضغط جوي واحدة (Atmosphère) ويرتفع الرقم الى 50 في المناطق الجافة وفي البيئة المالحة.

على مستوى جذور النبات تتم عملية التنافذ على الشكل التالي : تعمل اغشية خلايا الجذور كغشاء شبه نفيذ فتسمح بمرور الماء والجزئيات والايونات يتراوح سمكها بين 50 و100 انغستروم، وتتدخل عملية التخليق الضوئي وعملية النتح لتترجم الاختلاف في حدة وكثافة التركز بين الخلايا والبيئة المحيطة : فالاولى تنتج الكربون والنشويات، والثانية تسبب في فقدان النبتة للماء، ومن هنا جاءت ضرورة الحصول على التوازن بفضل قانون التنافذ، وتتدخل قوتان لتفسير عملية امتصاص الماء والمواد المغذية وبثها عبر خلايا النبات :

1.1 قوة الجاذبية الشعرية (Force de capillarité) :

وهي ظاهرة فزيائية تجلب تدريجيا الماء في اتجاه الخلايا التي فقدت جزءا منه بفعل عملية التنفس والنتح والتبخر ؛ وهذه القوة الجاذبة تساير في قوتها وتركيزها العمليات المصاحبة المذكورة.

ان ارتفاع الماء في النبتة على علو 100 متر (في الاشجار العليا) يعد أمراً محيراً رغم الدراسات والتحاليل المتخصصة (20).

لقد كان رجل الدين (Stephen Hales) أول من قام سنة 1727 من خلال تحليله للنبات بدراسة ظاهرة جاذبية الماء تصاعديا داخل النبات ؛ والتحاليل الحديثة حددت سرعة الماء في بعض الاشجار بما يقرب من 150 قدما في الساعة ؛ وشجرة النخيل تحتاج في البيئة الصحراوية إلى رفع كمية كبيرة من الماء قد تصل إلى عشرات الليترات في اليوم.

وقد جاء عالم النبات الايرلندي (Dixon) سنة 1895 بنظرية جديدة سماها نظرية التماسك، ويطلق عليها في العالم اسم نظرية ديكسون وقد تسمى ايضا بالتوتر الساقي الذي يقابل تسمية قديمة (الضغط الجذري).

وتقول النظرية بان للعصارة المارة في جهاز النبتة القدرة على ان تُشَدَّ الى الاعلى، لكن مصدر القوة الجاذبة ليس هو الضغط العالي من اسفل ولكنه الضغط المنخفض من اعلى وهو الضغط الانتشاري المنخفض للماء الموجود في خلايا الاوراق وغيرها من الاجزاء الحية في الساق ؛ فعندما تستهلك الخلايا بعض مائها في عملية «الهضم» والتنفس والتبخر والتمثيل فإن كمية الماء تنقص فينتج عن ذلك انخفاض في الضغط الانتشاري يترتب عليه انتقال الماء الى داخل الخلايا بالانتشار الغشائي مما يترتب عليه ايضا ان يُشَدَّ الممتد من الاوراق نحو الاسفل بقوة نحو الاعلى، وهذا بدوره يزيد من الضغط الانتشاري بين الماء الموجود بانسجة الجذور والماء الموجود بالتربة مما يؤدي الى سرعة انتشار الماء داخل الجذور (21). وقوة التوتر الناشئة في الخلايا الحية للساق بهذه الطريقة قادرة على شد الماء ودفعه حتى الى قمم الاشجار العالية (22) ؛ ففي هكتار واحد من غابة الزان يتم امتصاص ما يقرب من 30.000 لتر من الماء في اليوم. والى جانب هذا هناك قوة اخرى.

---

(20) لقد سجلت قوة الضغط عند جذور بعض النباتات ارقاما خيالية : 100 قوة ضغط لدى نبات السرمق (Atriplex) وبين 30 و70 لدى الحرض (Salicorne).

(21) حياة النبات، المرجع السابق : «الحركة في النبات» مقال لفيكتور جرولاش، ص 171.

(22) لقد تعاقبت التجارب للزيادة في توضيح ظاهرة الجاذبية الشعرية مع اختلاف في الطرق والمناهج، فكان ذلك على يد الأمريكيين Thut بجامعة إلينوى و Mac Dougal بمعهد كارنيجي بواشنطن.

1.2 قوة الامتصاص النشيطة (Force d'absorption Active) :

لقد تأكد ان عملية الامتصاص تتم عندما يقل الماء داخل النبتة بواسطة النتح والتنفس والتبخر والتمثيل. لكن هذه القاعدة لا تُحترم عند بعض النباتات حيث لا يهتم قانون التنافذ بما يجري داخل النبتة، وتتم العملية بطريقة الامتصاص النشيط.

ورغم اختلاف الآراء حول هذه الظاهرة فإنها تفسر الى حد كبير عدة ظواهر مثل ظاهرة التقطير (Guttation) وهي ظاهرة التخلص من فائض الماء بفتحات كبيرة في نهاية الاوراق (في الغابة الاستوائية) وهذا شكل من اشكال تكيف النبات مع البيئة الرطبة الحارة.

2 - عملية النتح Transpiration :

النتح ظاهرة فزيائية تصاحب نشاط خلايا النبات، وتختلف في شكلها وحدتها باختلاف صنف النبات وعناصر المناخ وبنية التربة وفترات النهار. وتتمثل العملية في فقدان النبات لكمية من الماء غالبا ما تتم على شكل بخار، وترمز في الوقت نفسه إلى شكل من أشكال التكيف مع المحيط، وتتم عملية النتح بطريقتين :

2.1 النتح البشري (Transpiration cuticulaire) :

هنا تكوّن الأوراق أهم العناصر المكونة للنبات وعنصرا أساسيا في جزئها الخارجي بالاضافة الى الجذع والأغصان ؛ والأوراق هي التي تضمن الجزء الثاني من ضروريات حياة النبات بفضل التمثيل اليخضوري الذي يتم عبر خلاياها (23).

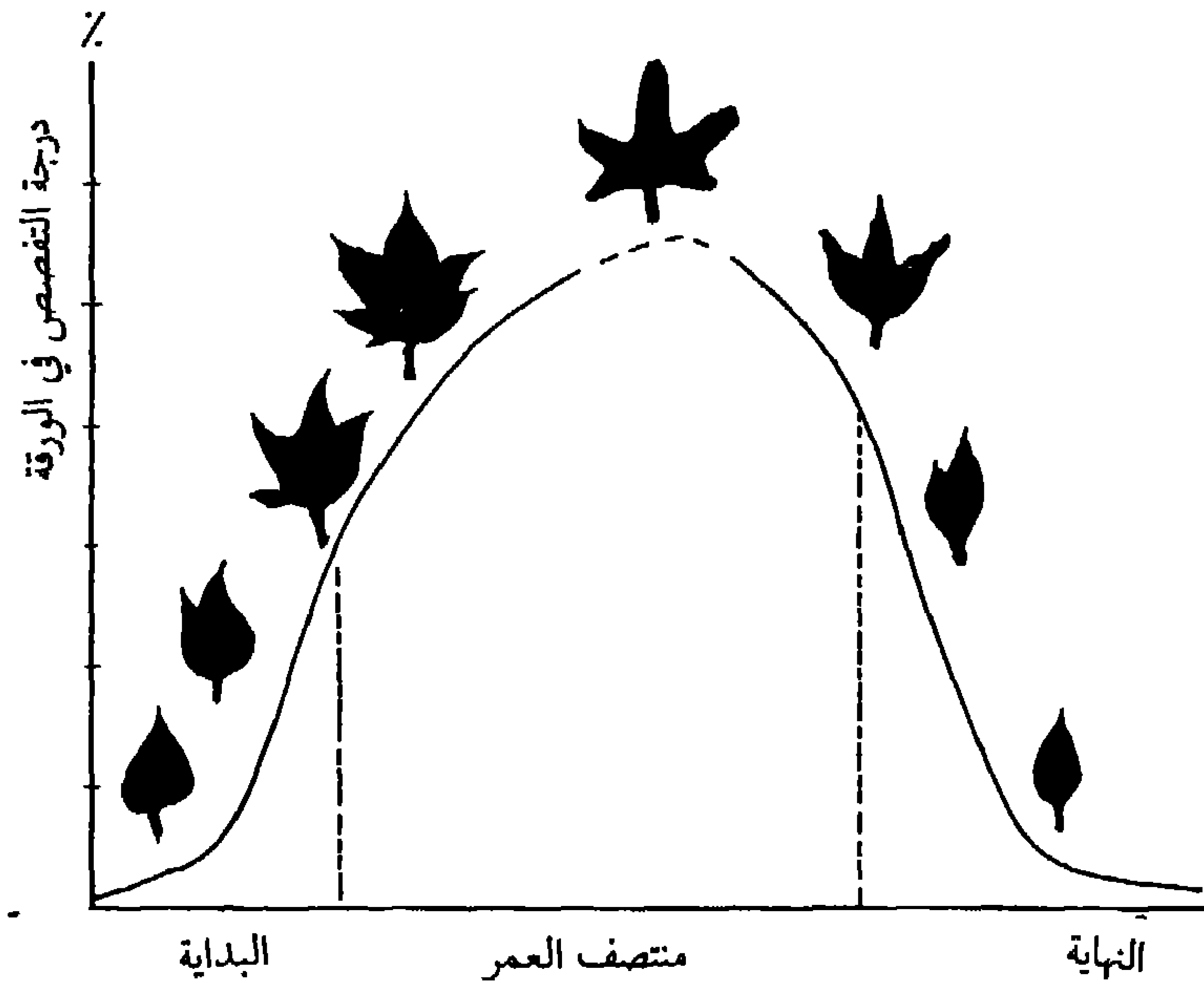
وتختلف أشكال الأوراق باختلاف أصناف النبات ونوع المناخ السائد وأوجه التكيف معه : فأوراق الصنوبريات الالفبردية تكون على شكل إبر ضيقة المساحة، وأوراق شجر الدلب (Platane) تكون على شكل صفيحة ممددة (Limbe étalé) مدعمة بشبكة من التعاريق (Nervu-res) ينحصر بينها نسيج حشوي يسمى بالملحمة (Parenchyme) ومغطى بغطاء مرن يسمى بالبشرة (Cuticule).

ونشير الى أن شكل الورقة يتغير مع تطور عمرها حيث ان الورقة الواحدة تتخذ عدة أشكال منذ ميلادها الى مرحلة شيخوختها مرورا بفترة الشباب ؛ مثال من ورقة شجرة القطن :

---

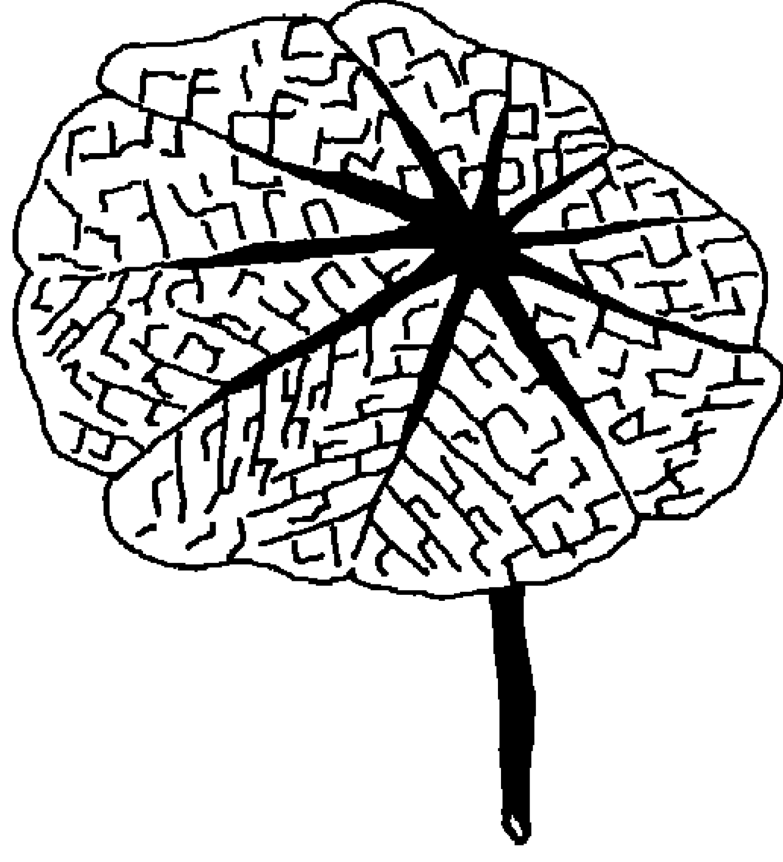
(23) يبلغ عدد الخلايا التي تكون ورقة التبغ نحو اربعة ملايين خلية، ويقل عدد الخلايا كلما اتجهنا نحو الاعلى في الغصن حيث يقل حجم الورقة ومعه عمرها.

الرسم 6 : تغير شكل أوراق شجرة القطن حسب مراحل عمرها

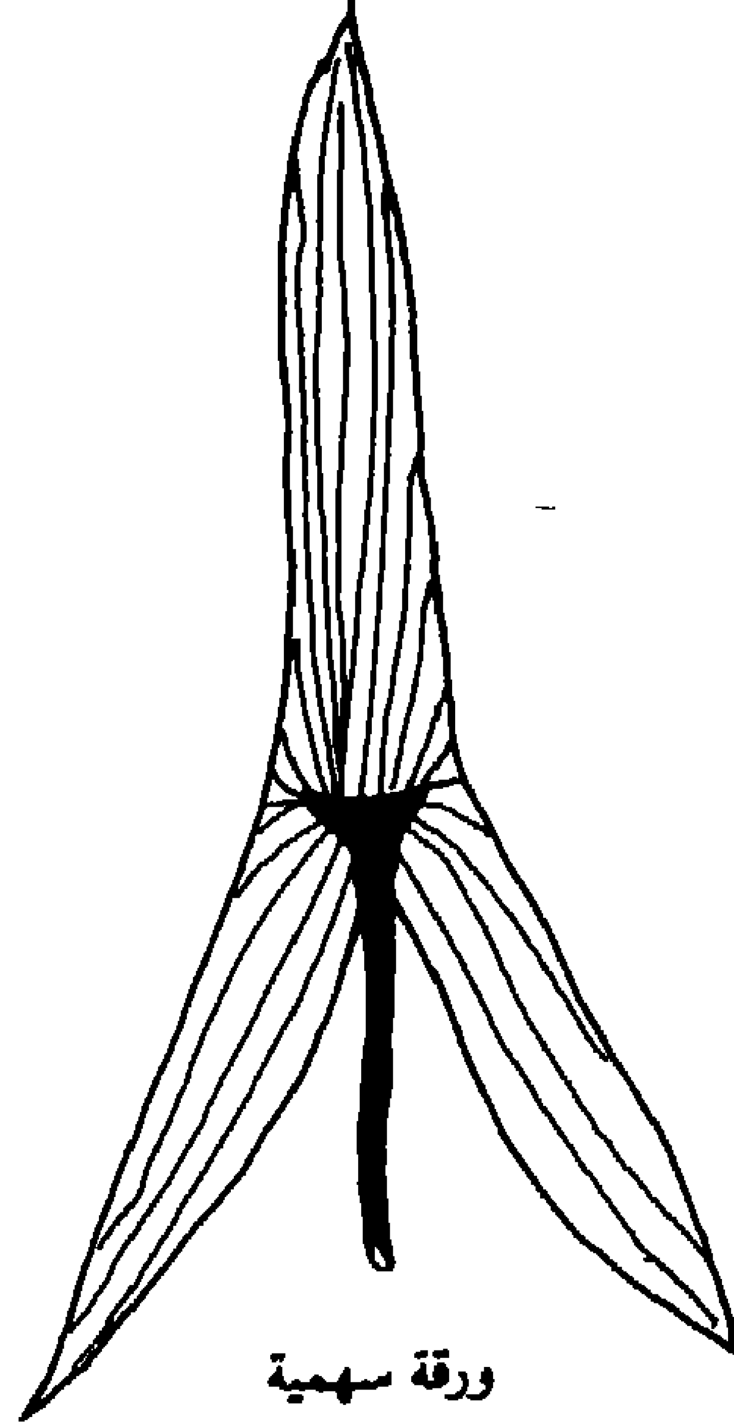


من المهم الالمام بالتعابير النباتية الشائعة الاستعمال في وصف الأوراق : فمن النادر أن تكون الأوراق ملساء تماما مثل ورقة الكاكاو، فكثيرا ما تكون حوافها مشقوقة أو متقطعة أو مقطوصة ومفصصة ومنشارية. وتسمى الورقة سنانية اذا كانت الأسنان صغيرة ومستقيمة (شجرة الصفصاف)، ومنشارية اذا كانت الأسنان مائلة وبارزة (النعناع)، ومفصصة اذا كانت الفتحات والفجوات عبر حوافها كبيرة بارزة وعميقة (شجرة البلوط). ونشير الى أن هذه الأنواع من الأوراق قد تجتمع تحت نمط مناخي واحد، كما يمكنها أن تكون نتيجة سلوك تكيفي مع البيئة المحيطة.

الرسم 7 أشكال أوراق النبات



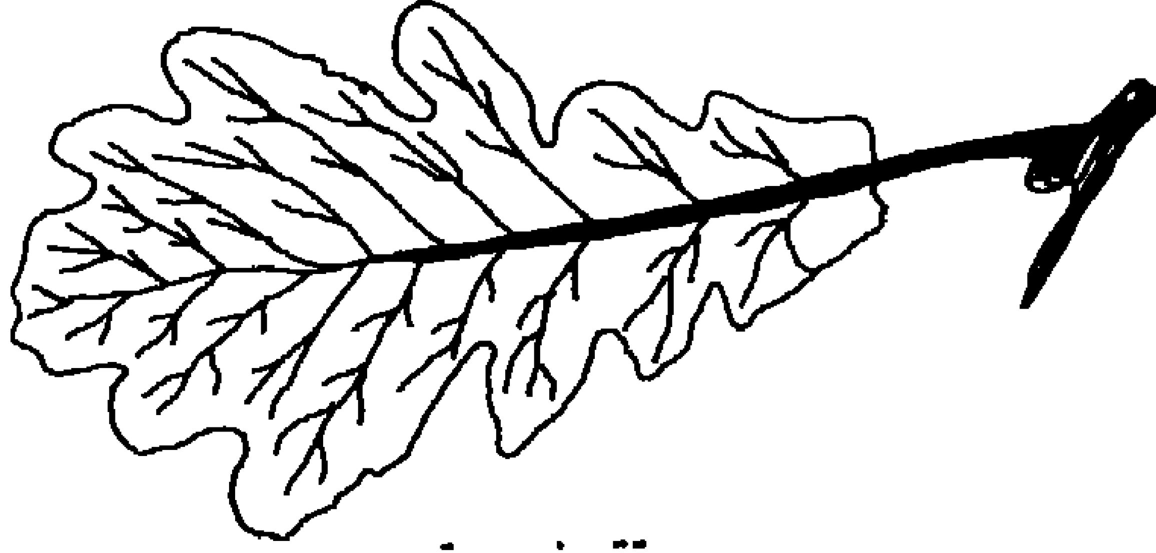
ورقة درقية
(الكبوش)



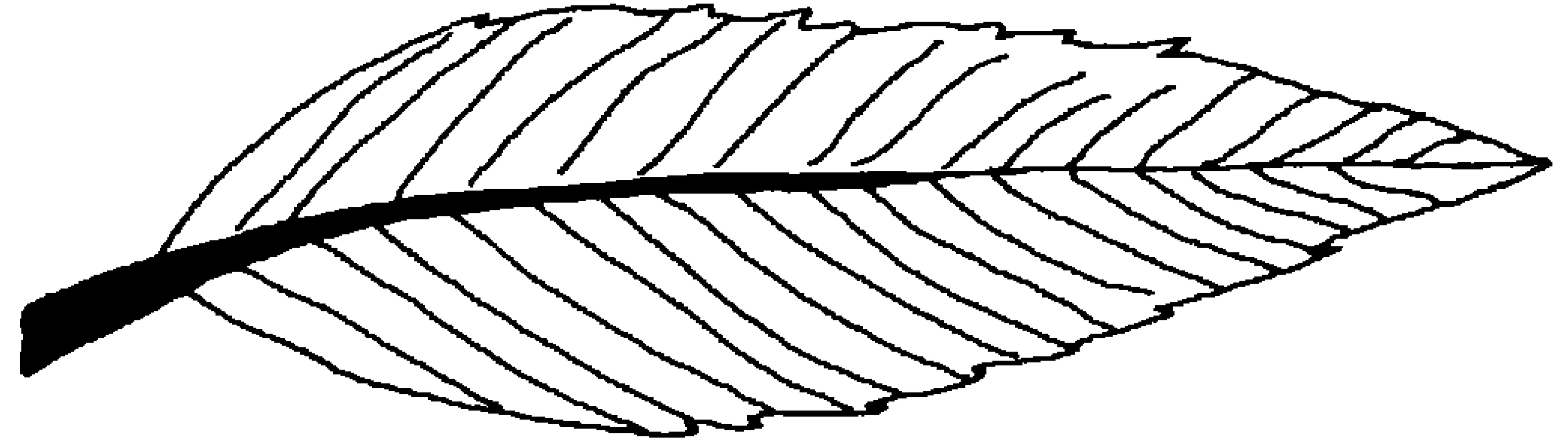
ورقة سهمية
(السهمية)



ورقة مقطوطة
(الزنبق)



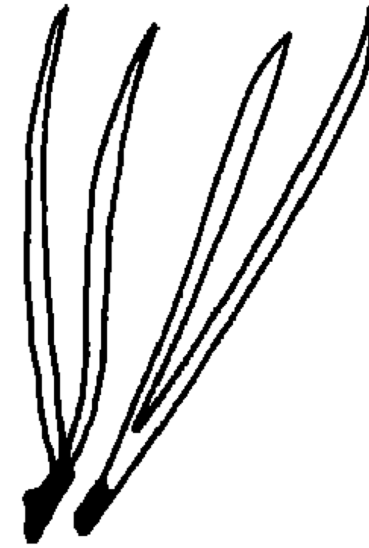
ورقة مفصصة
(البلوط)



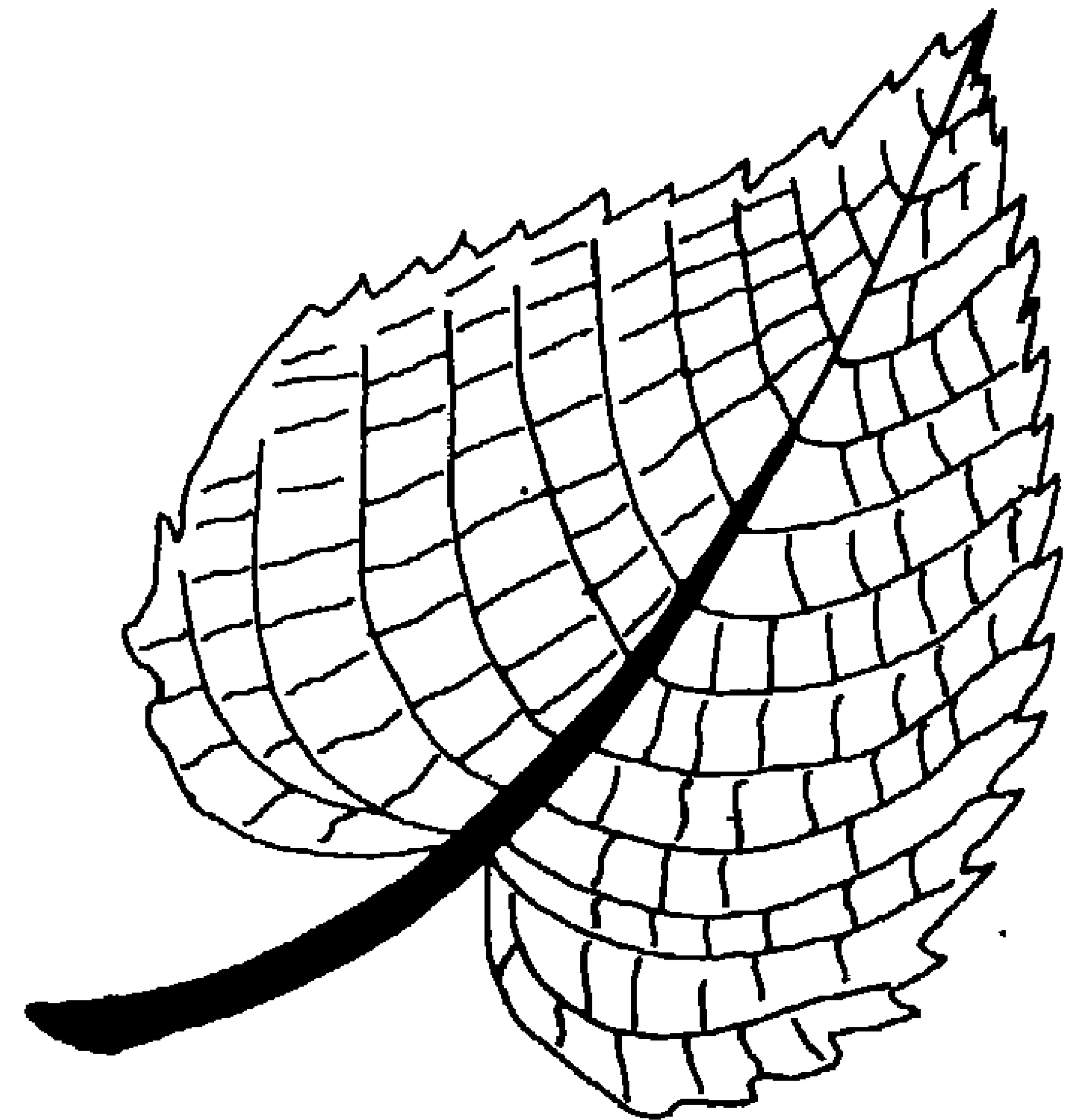
ورقة إهليجية
(البرقوق)



ورقة سنانية
(الصفصاف)



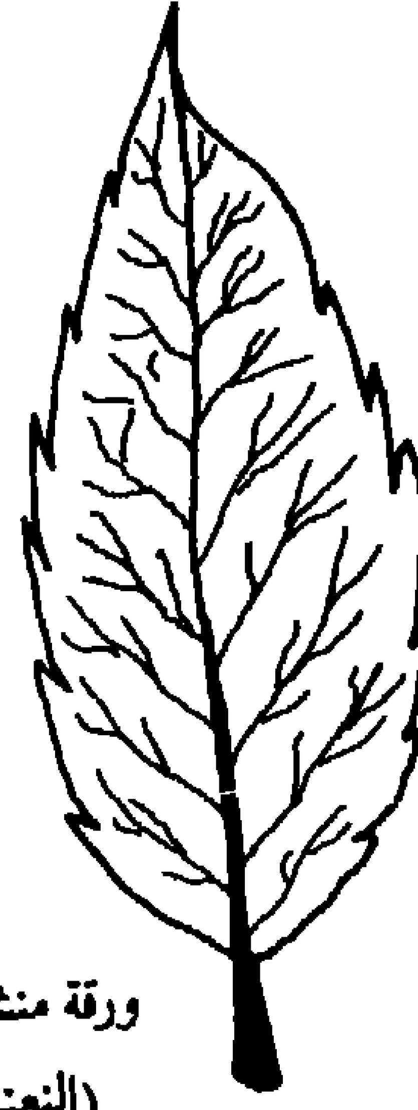
ورقة إبرية
(الصنوبر)



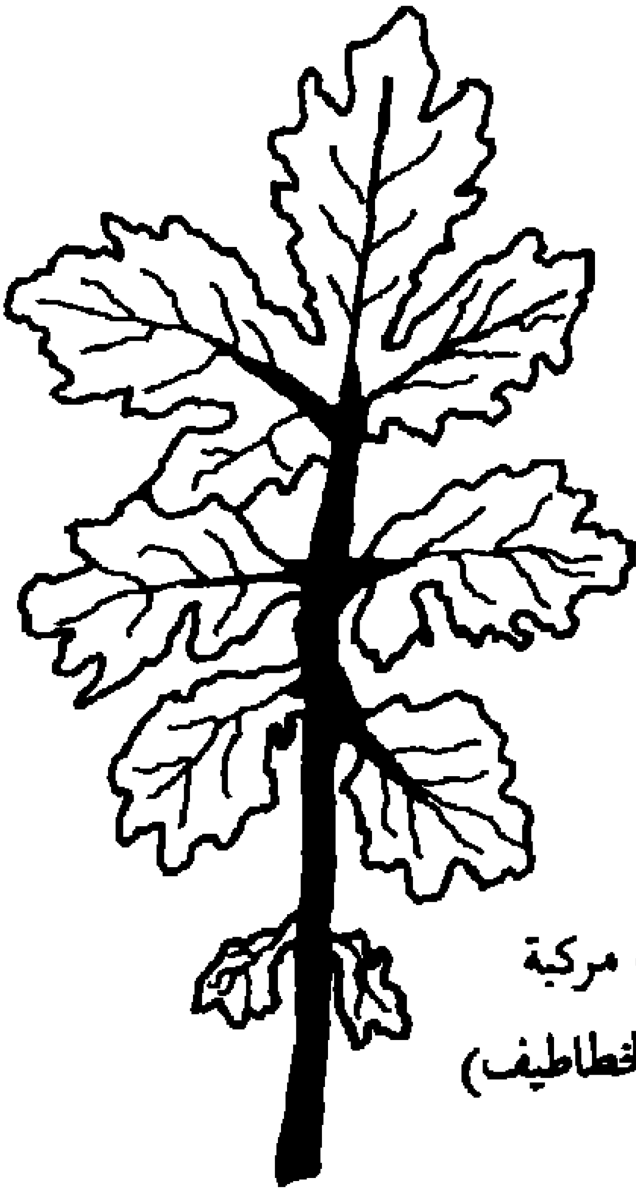
ورقة قلبية
(الزيزفون)

الرسم 8 أشكال أوراق النبات


ورقة ملساء
(الكاكاو)

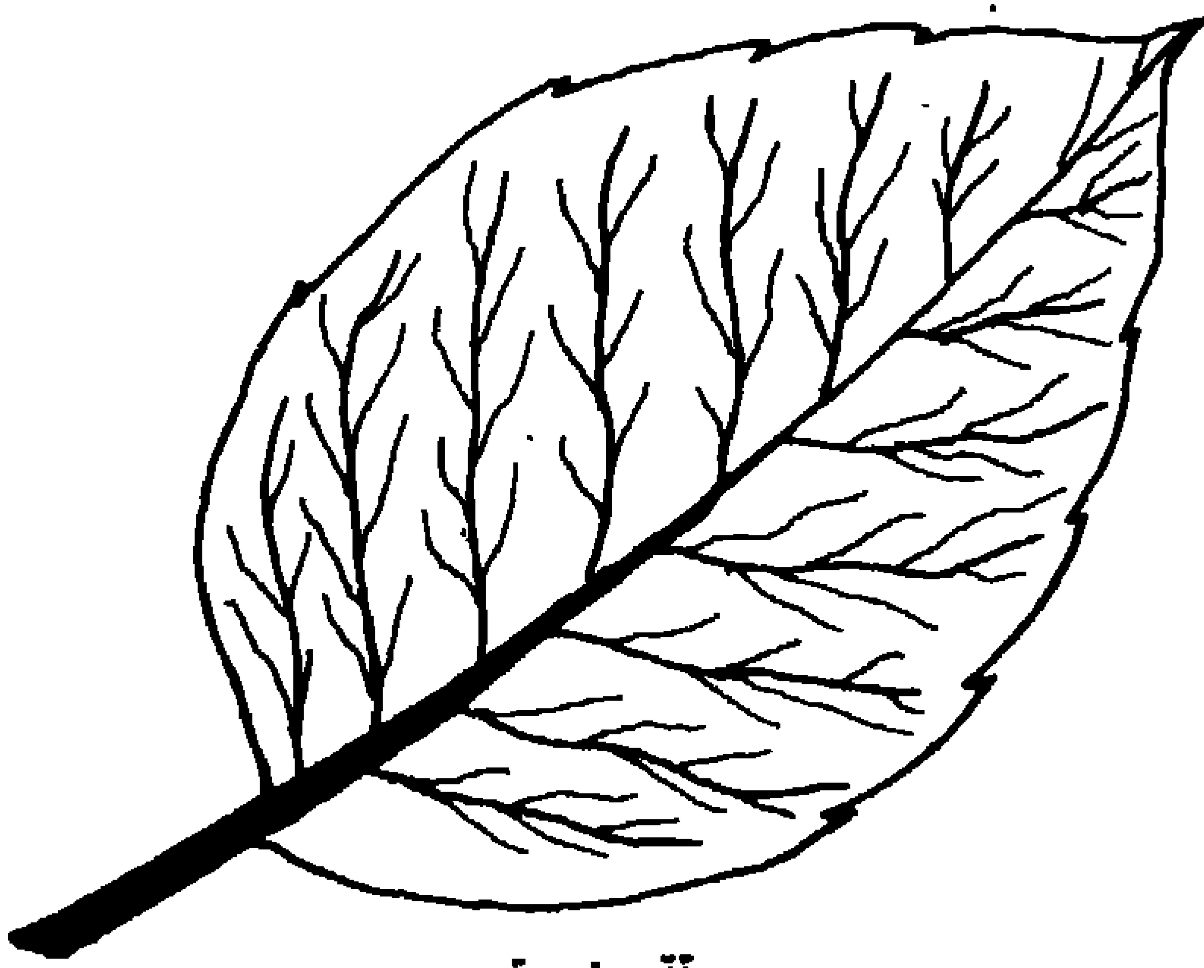

ورقة منشارية
(النعناع)

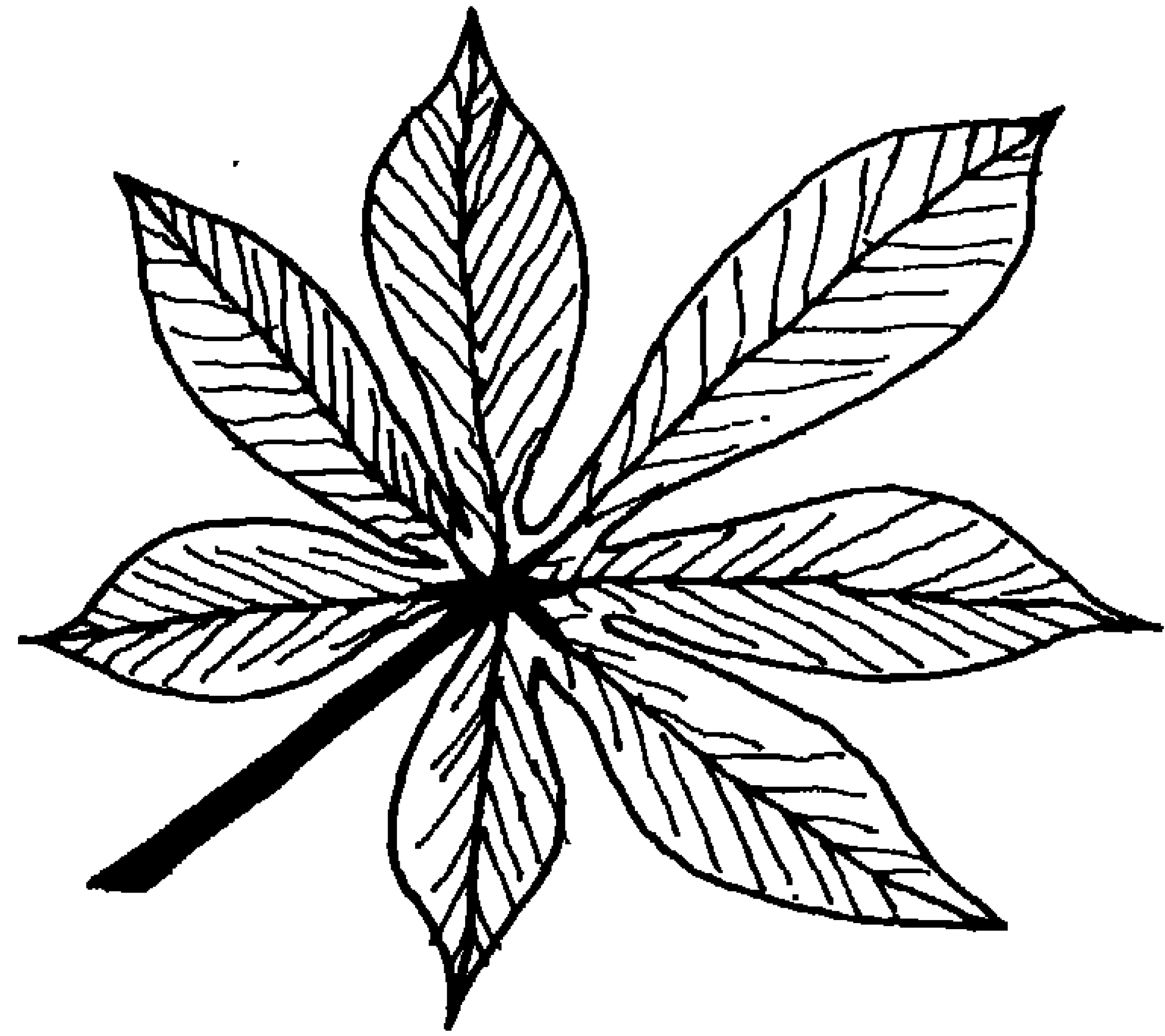

ورقة مفأرة
(الهندباء)


ورقة مركبة
(بقلة الخطاطيف)


ورقة ريشية الوتْر
(الدردار)


ورقة ريشية الشفع
(الخروب)


ورقة بيضوية
(الزان)


ورقة كفية
(الكستناء)

والنتح البشري يحدث على مستوى سطح الورقة بأكملها ويقاس خلال الليل أو في الظل عندما تسد الثقوب. ويؤدي نشاط النبات النتحي الى فقدان كميات هامة من حجم الماء الذي تحتوي عليه الخلايا (25).

الجدول 2 : كميات الماء المفقودة بواسطة النتح

الصنف النباتي	الكمية المفقودة من الماء (مليغرام من الماء لكل غرام من المادة الطرية في الساعة.)
الصنوبر البري Pin Sylvestre	1،6
العصل الوردي Rhododendron	8،0
الزان Hêtre	24،0
البلسمينة Impatience	129،6
الصبار Opuncia	0،1

Source : El Haï (H) : Biogéographie, Armand Colin, Paris, 1968, p : 47

2.2 النتح المسامي (Transpiration Stomatique):

هذه العملية تصاحب عملية النتح البشري رغم انها تفوقها في المعدل بما يقرب من 10 مرة. وتتأثر في تواتر حدتها بحضور الظروف الخارجية، ومن أهمها : مدة التشميس وحدتها، نوعية الاشعاع، درجة الحرارة ومدة استمرارها، قوة الريح ومدة هبوبها، درجة رطوبة الجو الخ . . . وكل هذا طبعا يختلف تأثيره باختلاف اصناف النبات وتناوب العوامل المؤثرة في ميكانزمات النتح المسامي

- ان عامل الاشعاع ودرجة الحرارة الخارجية المرتفعة يسببان في ارتفاع نشاط الخلايا فترتفع معه عملية النتح المسامي ؛ وتفاديا لضياع الماء تضطر النبتة لاغلاق بعض المسام أو إغلاقها كلها فيتوقف معها التمثيل اليخضوري ؛ لكن بما أن للحرارة القصوى تأثيرا على التمثيل الضوئي فإن المسام تغلق عند درجة الصفر وتفتح عند درجة 25 ثم تغلق عند درجة 35 ؛ لكن هذا النظام يختلف حسب المناخ وفصيلة النباتات وأشكال تكيفها مع البيئة الخارجية،
- لعامل الرطوبة النسبية (Humidité relative) تأثير واضح على ميكانزمات النتح المسامي ذلك انه كلما تشبع الجو المحيط إلا وانخفضت حدة التبخر والعكس صحيح،
- لعامل الريح أيضا تأثير على السلوك النتحي للنبات وذلك بتدخله الى جانب العاملين السالفين، حيث أنه كلما ارتفعت قوة وسرعة الريح وطالت مدة الهبوب الا وتقلصت رطوبة الجو وارتفعت عكسها عملية النتح، فتدخل النبتة في صراع مع الريح فتنهج سلوكا تكيفيا معينا.

والجدول التالي يوضح أهمية الكميات المائية التي تفقدها بعض النباتات من خلال نشاطها النتحي المسامي :

(25) ان عملية النتح البشري تقل لدى نباتات البيئة الجافة والشبه جافة (التين الشوكي) وتنشط لدى نباتات البيئة الميهة بفضل توفر الماء.

الجدول 3 : طاقة النتح المسامي لدى النبات

فصيلة النبات	ميليمتر في اليوم (فصل الصيف)
السندر Bouleau	4,7
الزان Hêtre	4,0
السنديان Chêne	2,3
صنوبر دوغلاس Pin Douglas	5,3
الصنوبر البري Pin Sylvestre	2,4

Source : El Haï (H), op. cit, p : 50

نشير أيضا الى أن ظاهرة النتح المسامي تخضع لقانون فزيولوجي صرف ؛ ولهذا فعلاقتها بالعناصر الفزيائية السابقة الذكر (الاشعاع، الرطوبة النسبية، الريح) تظل علاقة نسبية : فمثلا عندما يرتفع العجز التشبعي للمحيط الخارجي يصبح النتح الاجمالي للنبتة اقل من طاقة تبخرها الفزيائي، ويحدث العكس.عندما يضعف العجز التشبعي للمحيط.

كما نشير الى ان لبنية التربة ودرجة تشبعها بالماء وامكانية احتضانها له أثرا في عملية النتح الاجمالي.

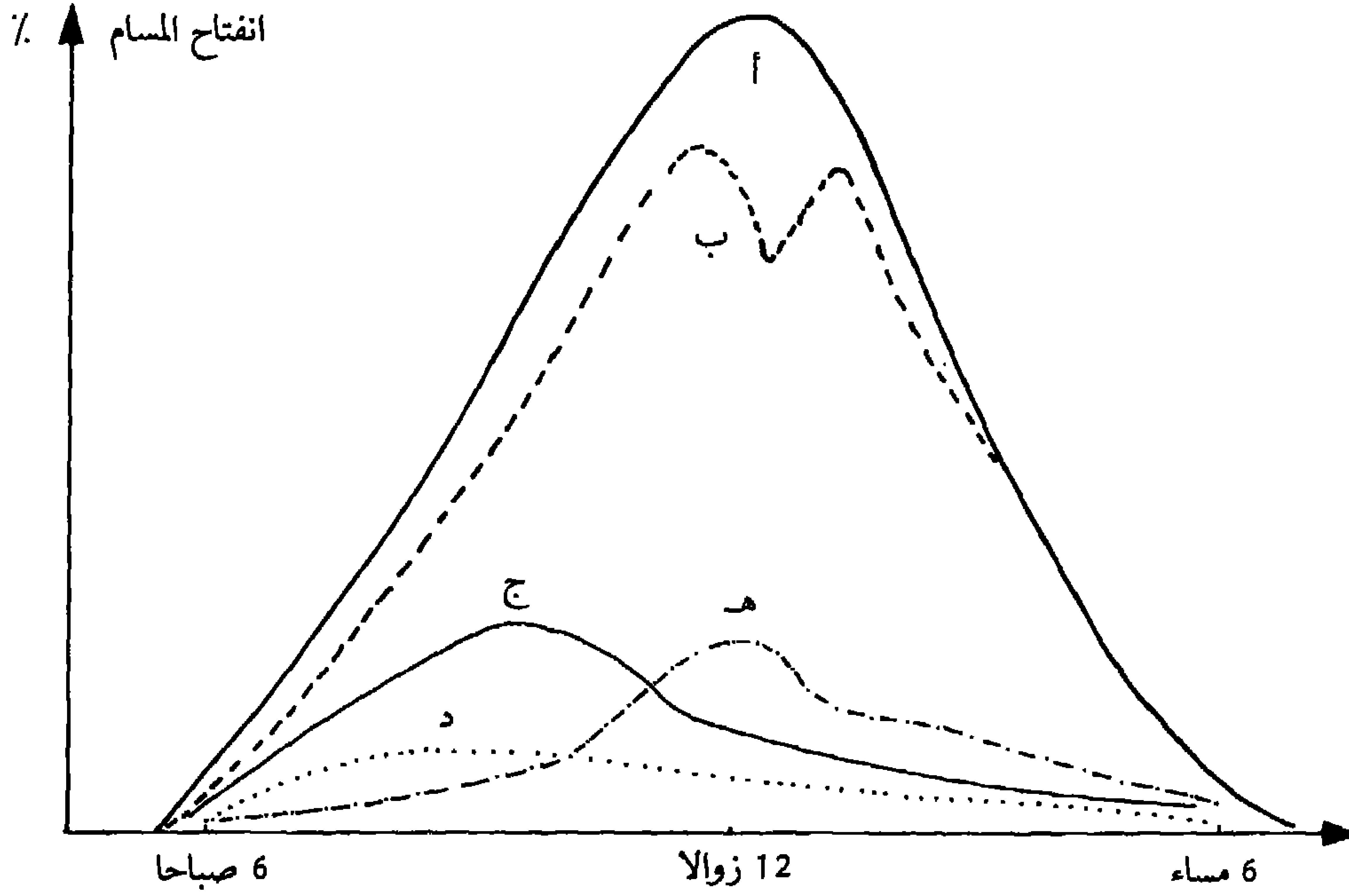
وفي الاخير نشير الى أن السلوك النتحي للمسام لا يخضع لنفس الوتيرة على طول السنة : فالأشجار النفضية (arbres caducifoliés) التي تسقط أوراقها في الخريف توقف نشاطها النتحي والتنفسي والتمثيلي خلال فصل الشتاء ولا تنتعش الا في فصل الربيع اللاحق. وبالنسبة للمخروطيات فإن نشاطها النتحي يتوزع على طول السنة مع شبه فتور خلال الفصل البارد، وهو الفصل الذي يضعف فيه ايضا التمثيل الضوئي ليقتصر على الفترات الدافئة خلال النهار (الرسم 9)، مثال آخر على تذبذب النشاط النتحي خلال النهار المرتبط اساسا بنوع النبتة وحرارة النهار ودرجة الرطوبة الجوية ومستوى تشبع التربة بالماء :

- بالنسبة للنبات الذي يوجد فوق تربة مشبعة بالماء فأنه يبادر لفتح مسامه مع مطلع النهار وتظل نشيطة خلاله شريطة أن لا تتعرض لحالة تبخر مفرط ؛ في هذه الحالة تسجل عملية التمثيل الضوئي فائضا في حصيلتها اليخضورية.
- وعندما تشتد حرارة الجو تحت وطئة حدة التشميس، تُغلق المسام اوتوماتيكيا ويتوقف معها النشاط اليخضوري (غالبا بين الساعة 12 و2 بعد الزوال).
- وفي حالة خضوع النبات لطقس جاف أو شبه جاف يضطر لفتح مسامه خلال الفترة الصباحية واغلاقها نهائيا بعد ذلك لغاية مطلع النهار المقبل.

وفي المعدل هناك سلوك خاص ينهجه النبات في تعامله مع العناصر المحيطة به خلال مزاولة عمله اليخضوري ومعه النشاط النحتي.

والرسم التالي يقربنا من ظاهرة النتح المسامي خلال فترّات النهار :

الرسم : 9 **تطور طاقة النتح المسامي خلال النهار**



أ : ————	نبتة تتلقى الماء باستمرار
ب : -----	نبتة تتلقى الماء باستمرار لكنها تتعرض لعملية التبخر المكثف خلال الفترة الحارة، فتغلق الورقة مسامها خلال فترة الزوال لتقلل من فقدان الماء.
ج : ————	نبتة تنمو فوق تربة في طريق التجفيف، يتوقف النتح بفعل انسداد المسام عند اقتراب فترة الزوال لتفادي حدة التبخر.
د :	نبتة تفقد الماء باستمرار مما يؤثر على وتيرة انفتاح المسام التي تُغلق بعد بضع ساعات من انفتاحها. (الفترة الصباحية).
هـ : —.—.—	سلوك النبات المخروطي الدائم الخضرة والجلد حراري تضاعف النبتة من فتح مسامها عندما يدفأ الجو عند الزوال وبعده.

3 ـ أشكال التكيف المائي للنبات

يعد التكيف من بين أهم وظائف النبتة خلال دورتها الانباتية وعلى طول مدة تعميرها. ويشمل التكيف عدة حالات : هناك التكيف مع الوتيرة الحرارية والوتيرة النورانية وخصوصا التكيف مع فائض الماء أو ندرته. والماء يلعب الدور الأساسي في عملية الترشح والنتح والتبخر والتنفس والتمثيل وفي عملية نقل المواد المغذية وبثها داخل الخلايا. ولهذا فتكيف النبات مع الماء ـ في فائضه أو ندرته ـ يتخذ عدة أشكال وتتنوع حالاته بتنوع المناخات وفصائل النبات التي نرتبها ـ من زاوية تعايشها مع كثرة الماء أو قلته ـ على الشكل التالي :

- **النوع الالفمائي** (Hydrophile): يألف العيش والتعايش مع البيئة المائية خلال السنة او لفترة معينة، ويشمل هذا النوع النباتات المائية والشبمائية مثل الكرساء (Mangrove) ، السورى (Palétuvier) ، الطحالب (Tourbes) ، النينوفر (Nénuphar): العدس المائي (Lentille aquatique) ، الأشنة (Algue)، الأرز (Riz) والسرو الأقرع (cypres chauve) .
- **النوع الالفرطوبي** (Hygrophile): ويشمل النباتات التي تتكيف مع فائض الرطوبة الجوية فتتخذ أوراقها أشكالا مفرطحة كبيرة المساحة تشتمل على مسام كثيرة لضمان تصريف الفائض المائي من داخل الخلايا تفاديا لخطر اختناقها (مثل شجرة الموز Bananier) .
- **النوع الجفيف** (Xérophyte) : ويأتي مباشرة بعد النوع الالفعتدالي (Mésophyte) الذي يتطلب كميات معتدلة من الماء ورطوبة جوية ملائمة كالنبرية (Charme) . أما النوع الجفيف فيتخذ عدة اشكال مرفولوجية وسلوكا فزيولوجيا معينا في حالات تكيفه مع ندرة الماء (انظر. 2 . 2 . 3)
- النوع الالفصلي (Tropophyte) : يتكيف مع تعاقب فصل جاف وفصل مطير خلال السنة ، مثل الصنوبر المائي (Pin maritime)، السندروس (Thuya)، الصفصفان (Saule)، السندر (Bouleau) والأعشاب (Herbes).
- **النوع الالفملحي** (Halophyte) : يوجد على الشواطىء البحرية حيث يمتزج بالنبات الالفرملي (Psammophile) ، وعلى ضفاف بعض البرك المنعزلة لا يمكن ان تعيش الا الفصائل المتحملة للفائض الملحي مثل الحرض السرمقي (Salicorne) والاشنان (Soude) .

من خلال هذا يتضح ان مروحة النبات الذي يعيش مع الماء والرطوبة والاملاح مروحة واسعة ولهذا سيتخذ النبات عدة اشكال من التكيف مع الفائض المائي .

3.1 أشكال التكيف مع الفائض المائي :

نظرا لتباين فزيولوجية النبات فإن الفائض المائي يظل عتبة نسبية؛ ومن جهة أخرى فالفائض المائي قد يكون جويا مثل التساقطات والرطوبة النسبية ، أو سطحيا مثل البحيرات والانهار وشواطىء البحار (26)، أو باطنيا حيث تتوفر المياه الباطنية أو تتوفر التربة القادرة على اكتناز الماء لمدة طويلة (أنظر الفقرة 4 من الفصل الاول من الباب الثاني).

وظاهرة التكيف مع الفائض المائي تكون اما مرفولوجية أو فزيولوجية :

---

(26) هناك عدة مستويات للبيئة الميهة التي تفرض الفائض المائي على النبات :

ـ البيئة الاقتياتية (milieu eutrophe): ضعيفة العمق تتوفر على الاكسيجين وعلى المواد المغذية كالآزوت والفوسفور والكلسيوم (مُحايدة الحموضة).

ـ البيئة النصف اقتياتية (milieu oligotrophe).: تتوفر على المواد المغذية بكثرة، بالاضافة الى تركيبتها الحامضية.

ـ البيئة الانتقاعية (milieu dystrophe): تتميز بتراكم الطبقات الخثية الحامضية، ضعيفة التهوية رغم احتوائها على المواد العضوية.

3 . 1 . 1 التكيف المرفولوجي (Adaptation morphologique)

يلاحظ هذا السلوك لدى النبات الذي يعيش على ضفاف البحيرات والانهار وشواطيء البحار (الاصناف الالفهائية والالفملحية).
فبالنسبة للصنف الثاني تتصرف بعض النباتات بشكل يسمح لها بمتابعة وظائفها التنفسية، النتحية واليخضورية وذلك بمد جذورها خارج الماء أو ابعاد الاغصان والاوراق من خطر الاختناق بالماء والاملاح، كما تقلل من عدد الأوراق ومن حجمها تفاديا لتراكم الاملاح في خلاياها بفعل النتح البشري ـ المسامي (Transpiration cuticulo - stomatique) . وتذهب بعض النباتات الى التخلص من الفائض المائي المالح بواسطة ثقوب في حافة أوراقها (Avicennia) .

وفيما يتعلق بالصنف الالفهائي فيشمل النبات الذي يتوفر له الزاد المائي لكن بدرجة قد تسوء لنشاطه الوظيفي خصوصا فيما يتعلق بوظيفته التنفسية. ولهذا تتخذ النباتات أشكالا متعددة للتكيف المرفولوجي خصوصا على مستوى الجذوع والجذور : فالسورى مثلا والسرو الأقرع (cyprès chauve) ـ ولكي يتمكنا من التنفس ـ تتدلى منهما جذور هوائية قد تصل الى بضعة أمتار، يطلق عليها اسم الجذور النفاخة العوامة.(Pneumatophores) ، كما أن بعض النباتات وتجنبا للاختناق تلجأ للتقليل من نشاطها النتحي : مثل الأرز وعصوية المروج (Massette).والخلنجيات التي تعيش في المــروج (Bruyères de Lande) (27) والحـــلال (Scirpes) والنجيل النقعي (Agrostis) ؛ وتنهج نفس السلوك الفصائل الكبرى كالعرعار (Genévrier) والسندر (Bouleau) وفصائل من السنديان، وجار الماء (Aulne) والصفصاف (Saule) .

ومن جهة أخرى تلجأ بعض النباتات الى حيلة الطفو فوق الماء وذلك بنفخ أوراقها العائمة مما يساعدها على التنفس خارج الماء مثل عرائس النيل والياقوتية.

وبعض النبات يحاول تسهيل عملية التنفس والتمثيل اليخضوري بتضخيم الجذوع وتجويفها (Nymphaea Stellata) وبعض فصائل النينوفر ؛ أو اللجوء الى اتخاذ ثقوب كبيرة عند نهاية الأوراق للتخلص من الفـائض المائي اليومي (Guttation) ، كما يفعل مثلا القلقاس العسقـلي (Colocacea) الذي يفقد في الليلة الواحدة بين 10 و100 ميلليمتر من الماء عن طريق عملية التقطير!
ومن أهم الفصائل النباتية الألفهائية نورد المخثات (Tourbières) والتي تتكون في معظمها من الـطحـالب والقصب والـبرواق (Asphodèle) والأسـل والحـلال والنجيل والحـزاز، وهـذه التكوينات ـ مع تتابع ارساباتها بمعزل عن الهواء ـ تتفحم وتكون خاما طاقويا نافعا رغم ضعف طاقته الحرارية (28).

هكذا يتبين أن حالات التكيف المرفولوجي مع الفائض المائي أو الملحي أو هما معا تتخذ عدة أشكال تختلف باختلاف الأصناف النباتية والبيئات الميهة ؛ وفي غالب الأحيان يوازي هذا النوعَ التكيفُ الفزيولوجي.

3 . 1 . 2 التكيف الفزيولوجي (Adaptation physiologique)

هنا أيضا تنهج النباتات الألفهائية والألفملحية سلوكا معبرا : فالنبات الألفملحي مثلا

(27) من اهم هذه الخلنجيات نورد : الخلنجية الهدبية (Bruyère ciliée) والرمادية (B. cendrée) والرباعية (B. quaternée) والجولق (Ajonc) والاسل (Jonc) ووحيدة التويجية (Gentiane) . . .

(28) عبد السلام تشاح : أوليات في جغرافية الطاقة، دار النشر والتوزيع المدارس ـ الطبعة الاولى ـ البيضاء 1988 .

يتصرف وكأنه نبات جفيف (Xérophyte) حيث ينتج طلاءا (Vernis) لحماية الخلايا من التمزق، وخارج البيئة المالحة يوسع النبات من مسامه للتخلص من الفائض المائي.

3.2 التكيف مع ندرة الماء :

قبل التطرق لأشكال وحالات التكيف المرفولوجي والفزيولوجي للنبات في البيئة الجافة تجدر الاشارة الى التركيبة البيومناخية لهذه البيئة وتقنيات دراسة وتحليل السلوك النباتي في البيئة الجافة والشبه جافة :

3.2.1 التركيبة البيومناخية للبيئة الجافة وتقنيات التحليل :

رغم أهمية الأشكال التي تتخذها النباتات في حالات تكيفها مع الفائض المائي فإن حالات التكيف مع ندرته تتجلى بوضوح في البيئة التي تعرف عجزا في الحصيلة المائية الباطنية والخارجية.

وقبل التطرق لحالات وأشكال التكيف النباتي مع ندرة الماء تجدر الاشارة الى تقنيات دراسية أساسية يُعْتَمَدُ عليها لتحليل التركيبات البيومناخية والمتعلقة بالبيئة الجافة والشبه جافة بالأساس :

لقد تعددت البيانات والمقاييس التي اعتمد عليها الدارسون لتحليل العوامل الرابطة بين العناصر المناخية (29)؛ ومن بين المقاييس المعتمد عليها في تحديد خصائص ومميزات المناخ الجاف والمناخ الرطب مرورا بحالات الاعتدال نذكر :

أولا : استدلاليات الجذب (Indices d'aridité) :

وتشتمل على مقياس الجفافية لدومارطون وبيرو، والحاصل المطحرازي لأمبيرجي وغوسن :

(أ) مقياس دومارطون (de Martonne): على العموم يُعْتَمَد على هذا المقياس في الدراسات الهيدرولوجية وأيضا لتحديد التناقضات المناخية والبيوجغرافية الكبرى المميزة لسطح الأرض :

- مقياس الجذب السنوي : $\frac{P}{T+10}$

P = مجموع التساقطات السنوية

T = معدل الحرارة السنوي

- مقياس الجذب الشهري : $\frac{12p}{t+10}$ (30)

p = مجموع التساقطات الشهرية

t = معدل الحرارة الشهري

واعتمادا على هذه التقنية حدد دومارطون سلما تتخلله أرقام كلما صغر الحاصل الا ودل على جفافية المناخ (بين 15 ـ 20) أو قحولته (أقل من 5) الخ . . .

---

(29) On peut citer, en outre, et essentiellement : Lang, Turc, Paterson, Garnier, Dubief, Mangenot, Fournier etc...

(30) تعمد دومارطون ضرب كميات الأمطار المتساقطة خلال الشهر في العدد 12 ليتسنى بذلك مقارنة استدلالي الجذب السنوي واستدلالي الجذب الشهري.

ب استدلالي بيرو (Birot):اعتمده في دراسة التركيبة المناخية والنباتية للبيئة المتوسطية ، وبدورها تعتمد هذه التقنية على سلم تتخلله استدلاليات كلما صغر رقمها الا ودل ذلك على مناخ جاف (اقل من 10) :

$$i = \frac{np}{t}$$

n = عدد ايام التساقطات خلال الشهر
p = كميات التساقطات
t = متوسط الحرارة

ج الحاصل المطر حراري لأمبيرجي (Emberger): لقد اعتمد هذا الباحث على الحاصل المطر حراري (quotient pluviothermique) لدراسة البيئة البيومناخية للمجال المتوسطي ؛ ويتميز هذا القياس بنوع من الدقة بحيث يشتمل بالاضافة الى كميات الامطار المتساقطة (P) على معدل الحرارات القصوى للشهر الاكثر حرارة (M) ومعدل الحرارات الدنيا للشهر الأكثر برودة (m) :

$$Q = \frac{P \times 100}{\frac{2(M+m)(M-m)}{2}}$$

وقد اعتمد امبيرجي على المضاعف 100 لتفادي الاعداد الكسرية (chiffres fractionnaires) ، وسلم هذا الحاصل يشمل ارقاما كلما صغر عددها الا وكنا امام مناخ جاف ؛ كما نشير الى انه يساوى ضعف حاصل استدلالي بيرو.

د البيان المطر حراري لجوسن (Gaussen): تتميز تقنية هذا العالم النباتي ببساطتها والاعتماد عليها في جميع انحاء العالم ؛ ميزتها الثانية هو ان التحليل والاستنتاج يتمان بواسطة بيان يشتمل على 12 شهرا (الخط الافقي) ومقياسين عموديين الاول على اليمين يشير الى كميات الامطار المتساقطة خلال السنة والمقياس الثاني على اليسار يضبط تدرج الحرارة خلال اشهر السنة .

كما نسجل ان تدرج كميات الامطار الشهرية تعادل ضعف التدرج الحراري الشهري . وبقراءة البيان تتضح جليا نوعية المناخ الذي نحن بصدد دراسته وذلك بتتبع مسيرة المنحنى المطري والمنحنى الحراري : فعندما تكون كميات الامطار في فترة معينة اقل من درجات الحرارة بالضعف تكون الفترة جافة فيدخل النبات في حالة تكيف مع ندرة الماء .

ثانيا : مقياس ثورنوايت (Thornwthwaite)

ان تقنية التصنيف التي جاء بها ثورنوايت والمعتمدة على ظاهرة التبخار (Evapo-transpiration) جاءت معقدة خصوصا عندما ادخل عنصرا جديدا وهي ظاهرة التبخار المتاح أو الكامن (31)، ويعني هذا تقييم كميات الماء المفقودة من طرف النبتة بواسطة

(31) لقد سبق وان تقدم بعض الباحثين المرموقين بعدة صيغ ونماذج لدراسة استدلاليات الجذب مبنية اساسا على عامل التبخر، فهناك نماذج مبنية على العمليات الحسابية مثل نموذج Penman ونموذج Turc ؛ ونماذج أخرى تعتمد على المقياس الفزيائي للتبخر مثل نموذج Piche ونموذج Black - Bellani ونموذج Dubief و capot-Rey و Loup .

النتح والتبخر الفزيولوجي وهي تتلقى الماء باستمرار ؛ فهي اذن مغايرة لعملية التبخار الحقيقي (32).

- **التبخر ـ النتح المتاح** (Evtp. potentielle)

يطلق عليه أيضا اسم التبخر ـ النتح الكامن وهو الذي يقاس انطلاقا من معطيات مناخية صرفة (خطوط العرض، الحرارة، الامطار، الاشعاع الاجمالي. . .) وذلك من زاوية احتمال تغذية مائية غير محدودة للتربة الذي ينمو فوقها النبات. وكما سبقت الاشارة بالنسبة لبيان جوسن فتقنية ثورنوايت تعتمد على الرسم البياني والمنحنيات لدراسة ظاهرة التبخار. وهكذا فعندما يتساوى منحنى التساقطات او يتعدى منحنى التبخار فإن الحصيلة المائية تكون ايجابية، والعكس صحيح عندما يتعدى منحنى التبخار منحنى التساقطات.

- **التبخر ـ النتح الفعلي** (Evtp. réelle)

ان اهم ما يميز نظرية ثورنوايت عن المحاولات المشابهة هو انه ادخل عنصرا هاما ويتعلق الامر بالبيئة الترابية التي ينمو فيها النبات (انظر الفصل الاول من الباب الثاني) فبالنسبة لثورنوايت ان العجز المائي الناتج عن التبخر ـ النتح لدى النبات لا ترمز اليه حالة مرور منحنى التساقطات تحت منحنى التبخار، بل العجز الفعلي هو عندما تبدأ التربة في فقدان ما تحتضنه من ماء احتياطي. وهكذا يقاس التبخر ـ النتح الفعلي بضبط ما تفقده التربة خلال نشاط النبات الترشحي والتنفسي والتمثيلي ؛ وهنا يجب الاعتماد على الحصيلة المائية الفعلية (Bilan hydrique effectif) لأعماق التربة خلال فترات معينة : فعندما يشرع صبيب تزويد التربة بالماء في التقلص ينخفض التبخر ـ النتح الفعلي، بينما ترتفع حصيلة التبخر ـ النتح المتاح وذلك في حدود ما تفرضه طبيعة التربة ونوعية النبات الذي يتحمل عبء التكيف مع ندرة الماء.

3.2.2 سلوك النبات مع ندرة الماء :

كما سبق بالنسبة للتكيف مع فائض الماء فان سلوك النبات مع ندرته يحدث على مستويين :

أولا التكيف المرفولوجي : وحالات التكيف هذه تشتمل على مستويين متباينين يمكن أن يتداخلا في حالة التكيف الفزيولوجي :

- المستوى الخارجي ويشمل شكل النبات الظاهري بما فيه حجم الاوراق وشكلها والازهار والاغصان والجذوع،
- المستوى الباطني ويشمل الجذور ونقطة التقائها بالجذع.

فالبنسبة للمستوى الأول حيث تجري عمليات التمثيل والتنفس والنتح، تتخذ فيه النباتات أشكالا أقل حجما مما يجب أن تكون عليه، يكون الهدف من التقليص من عدد الأوراق ومن حجمها هو تفادي ضياع الماء بفعل النتح ـ التبخر الفعلي على الخصوص.

(32) ان مقياس ثورنوايت الذي يستعمل في البلدان الانجلوسكسونية تغاضى عن عدد من الفوارق المناخية المميزة، ويعود سبب انتقاد النظرية لكونها جاءت بتقنيات حسابية معقدة لم تستطع ان تخرج بتحديد مضبوط للاصناف المناخية السائدة.

وقد تلجأ بعض الأوراق الى اتخاذ شكل قشور أو إبر (33) أو شوك مثل نبتة الثرمدة (Saxaoul) في صحاري آسيا الوسطى، والهاكية (Hakéa) ونبتة الكاوزوارينا (Casuarina) في استراليا، وكذا صبار المناطق الجافة وأصناف من السرو (cyprès) والعفصية (Thuya) .

ومن الأشجار نوع يستغني عن أوراقه نهائيا أو على الأقل لفترة معينة (aphillie) مثل الوزال (Genêt) .

وهناك أصناف من الأوراق تتخذ أهدابا مشعرة (pileux) لمنع المسام من المغالاة في النتح والتبخر مثل الغار الوردي (Laurier rose) ، ونبات آخر يلجأ الى قلب أوراقه لتغطية المسام والشبكة الشعَرية لحمايتها من الخارج، وهذا النوع من النبات يُصادَف في المناطق الحارة والجافة أو شبه جافة على الخصوص وقد يُصادَف أيضا في المناطق المعتدلة حيث يتخذ أشكالا غريبة للتكيف مع البرودة والرطوبة مثل نبات السُّعادى (Carex) والمقنزعة (Linaigrette) والبردى (Papyrus) .

ويلاحظ أيضا التظليل الذي تحدثه النبتة لحماية جذعها والاستفادة من الماء الموجود بالقرب من السطح وإحداث نوع من التخفيف الحراري عبر طبقات التربة التي تعيش فوقها (34) .

وتلجأ نباتات أخرى لتغيير وضعية الأوراق بالنسبة لأشعة الشمس حيث تنتصب الأوراق بطريقة رأسية للتقليل من حدة التشميس وبالتالي من حدة التبخر - النتح (النشم الحرجي Micocoulier) .

وهناك حالات أخرى للتكيف مع حرارة الجو وندرة الماء، ويتعلق الأمر بانتفاخ جذع الشجرة واختزان الماء كالتبلدي (Baobab)، أو انتفاخ الأوراق الراحية المضربية مثلا لدى فصيلة الصبار (cactus) والباهرة (Agave) التي تملأ بالماء وتخزنه لفترة الجفاف. فمثلا صبار ساغوارو (carnegea gigantea) الذي يعيش في جنوب غرب ولاية أريزونا الامريكية وفي شمال غرب المكسيك يمكنه أن يختزن من 2 الى 3 أمتار مكعبة من الماء وذلك بالتقاطه للماء من الطبقات العلوية للتربة أو مباشرة من الجو، ويمكنه أن يعيش على ذلك لمدة سنة كاملة (35). هذا بالاضافة الى التحايل في التقليل من عملية التبخر - النتح رغم ارتفاع الحرارة وحدة التشميس (36) .

---

(33) هنا نسجل ظاهرة التقاء هذا النوع من النبات الإبَري في البيئة الجافة والحارة مع النوع الإبَري في المناخ القاري البارد. فإذا كانت عملية التمثيل اليخضوري تقل لدى النوعين في الفترات الصعبة فإن السبب يختلف : ذلك أن النوع الاول يقاوم الحرارة والجفاف بينما النوع الثاني يقاوم البرودة.

(34) يحدث عبر طبقات التربة نحو العمق تقلص في درجة الحرارة المسجلة، مثلا عند الزوال : على عمق 10 سنتمترات يصل فارق الانخفاض الى 10 درجات، وتسجل الحرارة 2 درجات على عمق 80 سنتم، وهذا ما يفسر سلوك بعض الحيوانات النقّابة التي تبحث عن البرودة في فصل الصيف وعن الدفء في فصل الشتاء.

(35) بالنسبة لبعض الحيوانات هناك حالات تكيف مع ندرة الماء تشبه النبات : فبعض القوارض والثدييات والضباء تكتفي في بعض الحالات بالتقاط الماء مباشرة من النبات الذي يختزنه. والثعبان الاسترالي (Moloch) يقتنص الرطوبة الجوية بواسطة جلده.

(36) بعض الاصناف النباتية يصل ارتفاعها الى ما يقرب من 10 أمتار لكن كمية الماء المتبخر منها لا يتعدى 40 ميلليغرام في الساعة، وذلك رغم حرارة الجو وقلة الرطوبة.

ومن أوجه حالات التكيف المرفولوجي الخارجي نلاحظ ازدواجية الأوراق (Bifor-misme foliaire) حيث تتخذ الأوراق أشكالا مختلفة حسب تتابع الفصول : ففي الفصل المطير تكون الأوراق كبيرة، ويقل عددها ومعه المساحة في الفصل الحار والجاف لتصبح صلبة ملساء : مثل نبتة الأنونيس القرنية (Ononin) و (Acantholimon) .

أما بالنسبة للجزء الباطني للنبتة فهناك حالات تكيف معبرة (الرسمان 10-11) : تعميق الجذور والاكثار من تفرعاتها لالتقاط أكبر كمية ممكنة من الماء ولهذا طبعا علاقة مع كمية المياه المنسابة نحوها وكذا قوة الترشح ومستوى التبخر - النتح الخارجي وخصوصا نوعية التربة : ففي بعض الأحيان تضطر النبتة أمام صلابة التربة أو تواجد حاجز عارض الى البحث عن الماء بعيدا بمد جذورها أفقيا على شعاع قد يتعدى 5 أمتار (الصبار والعلفية النجيلية (Bromeliacée) (انظر الرسم 11) .

وقد تصل الحالة ببعض النباتات الى قلب شكلها العام حيث يصبح حجمها الخارجي أقل بكثير من حجم جزئها الباطني : مثلا بعض السرمقيات (Salsolacées) بآسيا الوسطى يصل طول جذورها الى أكثر من متر بينما لا يتعدى ارتفاع حجمها الخارجي 25 سنتم (الرسم 10) .

وفي صحراء نيومكسيكو يصل ارتفاع أجمة (Bouisson) من فصيلة (Prosopis) الى 15 سنتم وعرضها الى 15 سنتم بينما يقرب عمق جذورها من 3 أمتار ! وبعض النباتات الألفملحية بالبرازيل (Andirahumilis) يقارب عمق جذورها العشرين مترا !

وهناك نباتات أخرى ترفع من حجم جزئها الباطني وتقلل من حجم جزئها الخارجي بشكل غريب، فمثلا نبتة بجنوب افريقيا (Pachypodium Bistorta) يصل وزن جزئها الخارجي الى 28 غرام بينما يصل وزن حجمها الباطني الى 9000 غرام ! ويعود ذلك بالدرجة الأولى الى كمية الماء المخزون داخل الجذور (90 ٪ من الحجم الكلي) .

وهناك في الأخير حالات المنافسة بين النباتات : فالكبيرة تحتل مساحة أكبر وذلك بطردها للأصناف الصغيرة والاستحواذ على مائها وغذائها، ويتم الطرد بواسطة مد الجذور أفقيا ورأسيا، ومد الأغصان قصد التظليل وخنق الأصناف الألفضوئية وكذا بافراز مواد سامة خانقة .

وغالبا ما تندمج حالات التكيف المرفولوجي مع ندرة الماء خلال الدورة الحياتية مع حالات التكيف الفزيولوجي .

ثانيا : التكيف الفزيولوجي :

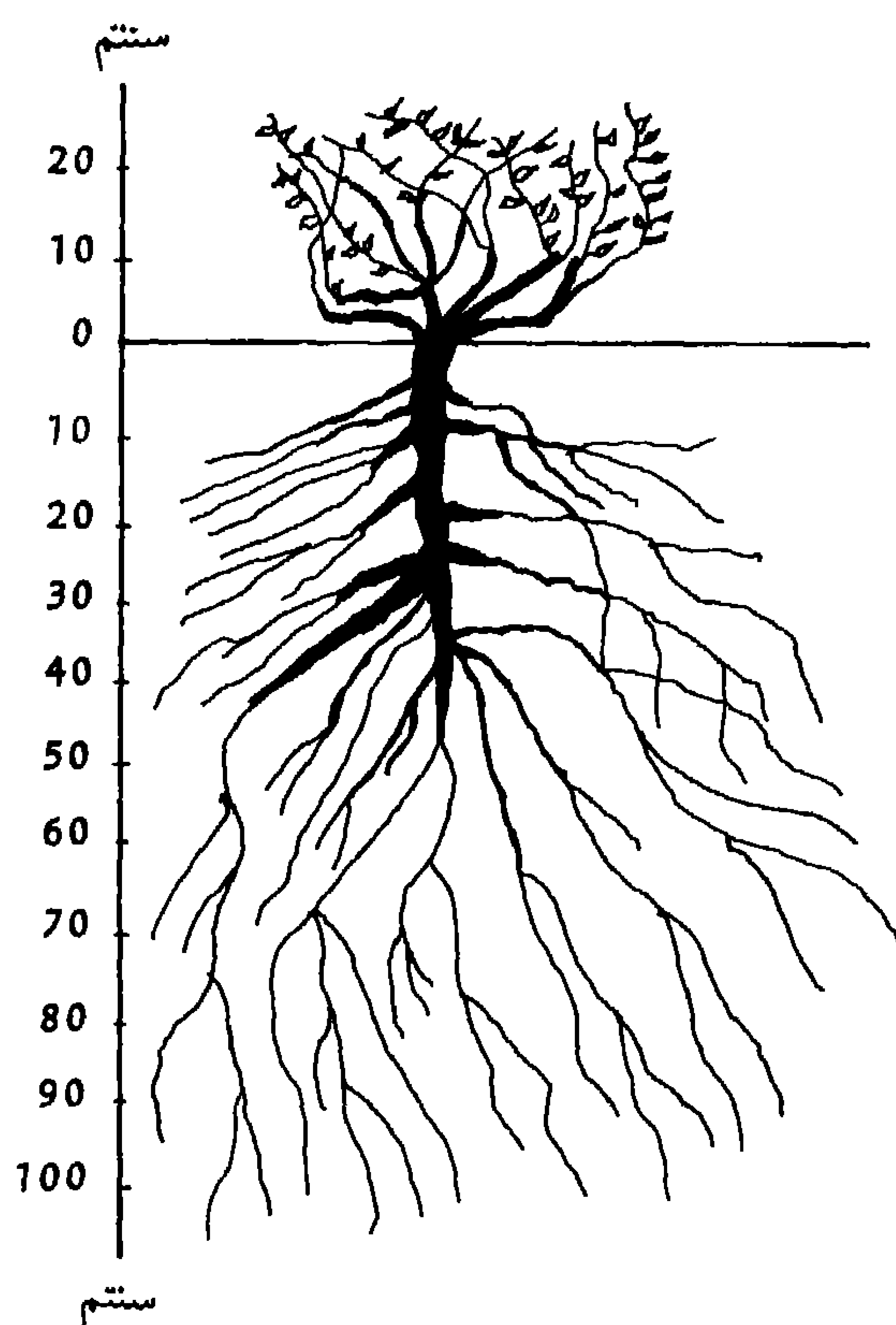
أمام ندرة الماء وارتفاع درجة الحرارة تلجأ النباتات - بالاضافة الى تكيفها المرفولوجي - الى نهج سلوك فزيولوجي عبر خلاياها لضمان نجاح دورتها الانباتية .

الخاصية الأساسية في هذا السلوك تكمن في التقليل من حدة النتح الشعري - المسامي حيث تظل المسام مغلقة خلال الفترات الحارة، وهناك من النبات من يتابع نشاطه اليخضوري رغم انغلاق المسام، والبعض الآخر يقوم بعملية تنشيط قوة الجاذبية الشعرية وقوة الترشح الباطني مثل شجرة الفستق (Pistachier) ، أو تفرز مادة الصمغ (Gomme) والشمع (cire) والراتنج (Résine) وذلك قصد تغطية المسام وتنظيم عملية النتح كشجرة القطلب (Arbousier) ونبات آخر يفرز مادة فواحة لمقاومة شدة الحر وجفافية الجو مثل

العرعر الفواح (Génevrier thurifère) وفصائل النعناع (Menthe) والصعتر (Thym) الخ . .

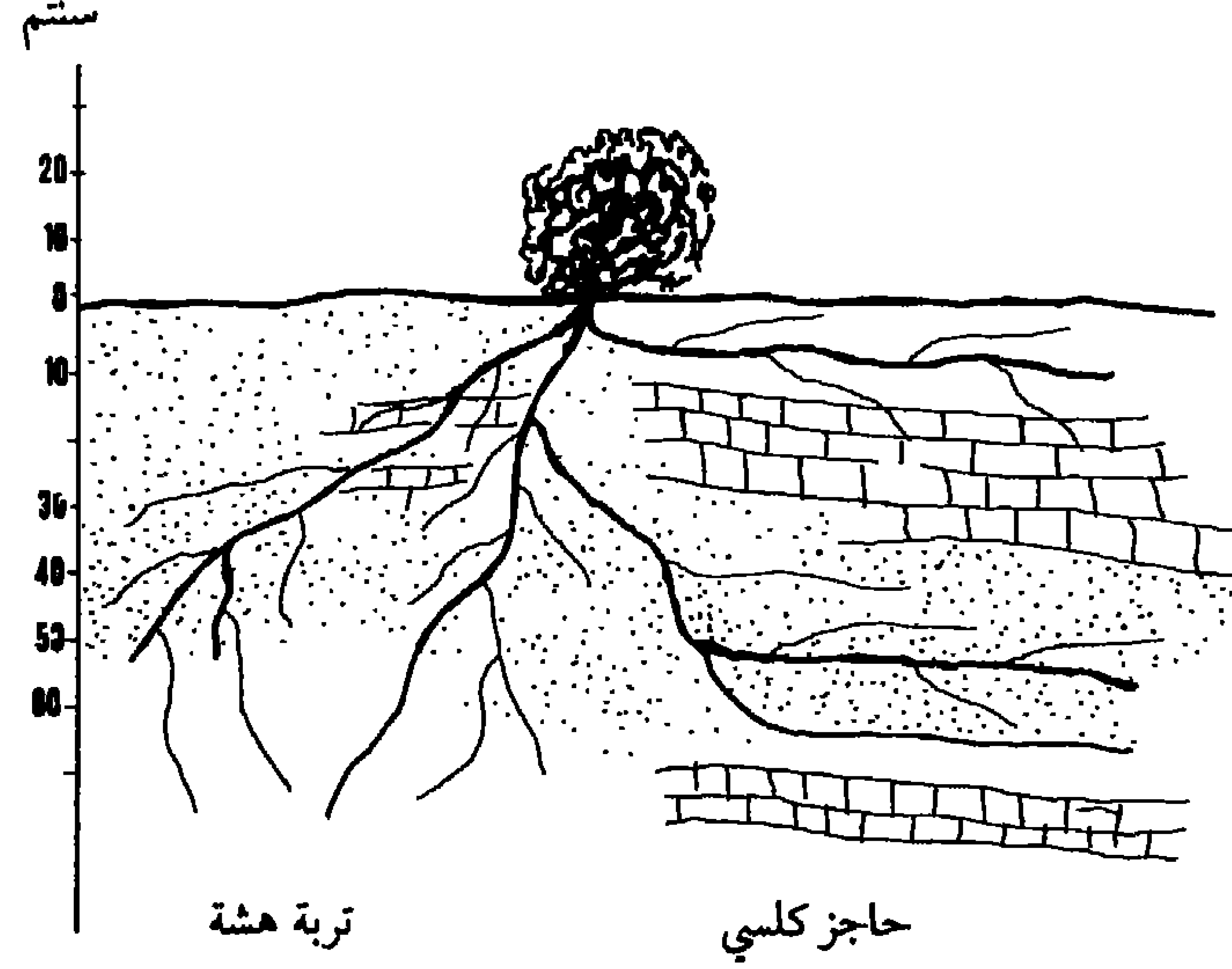
ونبـاتات أخرى خصوصا من النوع الألفضلي تَخْضعُ دورتها الانباتية لتواتر الفترة الجـافة والفترة الرطبة فتكثف من نشاطها اليخضوري خلال بضع أسابيع لتموت عند حلول الفترة الحارة ولهذا تسمى باليأفوفيات السريعة الزوال (Ephèmères) (37).

الرسم 10 طريقة البحث عن الماء في البيئة الجافة والحارة (التعمق الرأسي)



(37) من بين هذه اليأفوفيات نورد العشب الصحراوي (Acheb du sahara) الذي ينبت ويموت بعد بضعة أيام من سقوط الأمطار الاولى. وقصر الدورة الحياتية هذه جعلت العشب الصحراوي يؤثر بشكل كبير في نظام ووتيرة تنقل الرعاة الرحل عبر الصحراء . والطبيعة جعلت من هذا النبات اليأفوف فصيلة كثيرة الانجاب، كما ان بذوره الطميرة (Thérophytes) تعمر لتنبت بعد مدة 50 سنة .

الرسم 11 : دور نوعية الصخر في توجيه الجذور (اتجاه أفقي - رأسي)



وخلافا لهذا هناك فصائل نباتية صحراوية تغير من عادتها الانباتية بتمديد فترة تعميرها وذلك بالتقليص من حدة التمثيل النهاري (Assimilation diurne) ، أو تغير من عادة نشاطها التمثيلي بفتح مسامها قبل وبعد فترة التشميس الحادة.

وتلجأ بعض الصباريات للتقليل من عدد مسامها وتبقيها مغلقة خلال النهار لتفتحها خلال الليل فتحول غاز الكربون الى الحامض التفاحي (Acide malique) ، وبطريقة كيماوية تلقائية، وبدون ان تفتح المسام نهارا يحول هذا الحامض الى مادة الكربون المغذي للخلايا.

ونحن نتطرق لأوجه التكيف المرفولوجي والفزيولوجي للنبات أمام ندرة الماء نشير الى أن هناك حالات استثنائية تخرج عن نطاق البيئة الجافة.

3.2.3 حالات الاستثناء، أو الحالات الشاذة ؟

ليس كل النبات الذي يعيش في المناطق الجافة والشبه جافة ينهج سلوكا تكيفيا مع ندرة الماء وشدة الحرارة، بل هناك تصرفات استثنائية تكتسي في بعض الأحيان طابع الشذوذ والغرابة.

فالنباتات المبذرة (Délapidatrices) رغم ظروف المناخ الجاف والحار تظل أوراقها عادية بدون طلاء ولا رائحة ولا أشواك وتحتفظ بنفس المساحة ولا تتصلب، كما انها لا تقلل من نشاطها التمثيلي ومعه النشاط النتحي. إلا أن خاصيتها الأساسية تكمن في تعميق جذورها لالتقاط أكبر كمية ممكنة من الماء. ومن بين هذه النباتات نجد : الفستق (Pistachier) الحدج (colo-quinte) وشجر اللوز (Amandier) . وخارج المناخ الجاف - مثلا في المناطق المعتدلة - تتصرف بعض النباتات وكأنها في البيئة الجافة حيث تشبه تقريبا في سلوكها نبات البيئة الجافة : مثلا

في بعض مناطق أوربا الغربية نجد الخلنجيات (Ericacées) ، ويفسر (Shimper) أبُ علم البيئة بأن هذا الفصيلة تنهج هذا السلوك للتقليل من تسرب المواد المضرة وكثرة الأملاح والحموضة (مثلا في مشارس جنوب غرب فرنسا).

وهناك من يستحضر عوامل أخرى لتفسير هذا السلوك الغريب، ومن جملتها :

- كثافة الاشعاع رغم توفر الأمطار تتسبب في تنشيط العمل اليخضوري وبالتالي يُرْفَعُ من نسبة تركز الكلوكوز في وذفة الخلايا (Protoplasme) ، وقد أكدت التجارب أن هذه العملية تدفع بالنبتة للتكيف الفزيولوجي والمرفولوجي وكأنها في بيئة جافة.
- هناك أنواع الذبال (Humus) تتميز باحتوائها في آن واحد للحموضة وتركز مادة الكربون أو الآزوت. فكلما كانت الحصيلة منخفضة (اي تركز في نسبة الآزوت) إلا ونشطت عملية المعدنة (minéralisation) وعندما ترتفع حصة الكربون يحصل فتور في معدنة الذبال وترتفع نسبة الحموضة، وهذا ما يدفع بالنبتة لاتخاذ إجراء يحميها من المواد الحمضية وذلك بالتقليل من قوة الترشح على المستوى الباطني ومعها طاقة التبخر ـ النتح على المستوى الخارجي، وهذا ما يحدث مثلا في المناقع الحمضية الساحلية التي ترتفع فيها نسبة ايونات الكلور والتي تعد حسب محللي النبات والتربة عاملا آخر يدخل في تفسير السلوك الغير العادي لبعض النباتات التي تتكيف فزيولوجيا ومرفولوجيا وكأنها في البيئة الجافة (Xéromorphoses).

إن العناصر المكونة للمحيط الخارجي للنبات كثيرة، معقدة ومتداخلة : فالضوء والماء والحرارة تدخل في توجيه سلوك النبات حسب البيئات الذي يعيش فيها. إلا أن هناك عناصر خارجية أخرى لا تخلو من أهمية : الأولى طوبوغرافية والثانية مناخية والتي لا تنفصل عن العناصر الخارجية السابقة الذكر.

الفصل الرابع

دور التضاريس والرياح

تلعب التضاريس بتنوع عناصرها وخصوصا منها الجبال بضخامتها وارتفاعها ودرجات انحدارها واتجاهها، والرياح بقوتها واتجاهها وسرعتها ومدة هبوبها، دوراً أساسيا في تشكيلة المحيط الخارجي للنباتات خلال دورتها الانباتية وخصوصا في سلوكها التكيفي.

1 ـ النبات والتضاريس

يعد سطح الأرض الملجأ الأساسي للأجناس النباتية، وبتداخله مع العناصر المناخية والترابية ظل عامل التضاريس يتدخل بوضوح في تنويع وتوزيع الغطاء النباتي. ويتلخص تدخله المجالي في ثلاثة عناصر أساسية :

1.1 التدرج والإنقلاب الحراري :

يحدث تأثير مباشر على انخفاض درجات الحرارة تصاعديا (درجة واحدة لكل 180 مترا) وهذا التأثير يتجلى في تنوع وكثافة وتوزيع الغلاف النباتي الجبلي. فيظهر التدرج النباتي الجبلي (orophytes) بتدرج الحرارة وتدخل عنصر الرياح والتوجيه وتقلص القشرة الترابية ؛ فتستقر الفصائل الالفبردية (cryophytes) في الأعلى بينما يفضل النوع الالفحراري (Thermophytes) السفوح المتوسطة والدنيا. إلا أن هذا التدرج ليس بقاعدة عامة ذلك ان تدخل عنصر الارتفاع من زاوية التدرج الحراري التنازلي يختلف حسب مستوى الارتفاع نفسه وحسب شدة الانحدار والتوجيه وحسب الموقع (الساحل، الداخل) وخصوصا حسب المناطق المناخية (انظر الفقرة 3 . 3 من الفصل الثالث من الباب الأخير).

يسبب حضور العناصر المرتفعة والمتداخلة مع المنخفضات في ظاهرة الأنقلاب الحراري (Inversion thermique) يصاحبه بطبيعة الحال انقلاب في التدرج النباتي الطبيعي. مثلا في بعض المرتفعات التي يسود فيها البرد في المنخفضات بفعل تراكم الريح البارد تزدهر النباتات الألفبردية والتي تستقر عادة في مستويات الأكثر ارتفاعا.

ففي جنوب فرنسا بمنطقة بروفانس يلجأ السنديان الأزغب (Chêne pubescent) الى المنخفضات الباردة بينما السنديان الأخضر (Chêne vert) من النوع الحسحراري يفضل المنحدرات الأكثر دفئا (والعكس هو القاعدة الطبيعية) (انظر الرسم 12).

ونشير أيضا الى أن للغطاء النباتي الجبلي مستوى لا يمكن تجاوزه حيث تتدخل قسوة البرد وكثرة الثلوج وشدة الرياح وقوة الانحدار وانعدام التربة، إلا أن هذا الحد الأعلى للتدرج النباتي الجبلي يختلف في درجة ارتفاعه حسب المناطق المناخية.

وكما سبق وأن رأينا بالنسبة لحالات التكيف النباتي مع ندرة الماء فهناك تشابه لهذا السلوك مع سلوك النباتات في المستويات العليا حيث يقل حجم النباتات ومنها من يلتصق بالأرض لتفادي هبوب الرياح القارسة والقوية، كما تلجأ الى التقليص من حجم الأوراق أو تحويلها الى أشواك وتغطيتها

بحجاب طلائي (Voile cireuse) أو زغبي(Pileuse)للتقليل من حدة النتح الذي يسببه هبوب الرياح الباردة وخصوصا عندما تحل وتطول فترة الصقيع الجبلي.

1.2 عامل التوجيه (Orientation):

هناك حتمية الاختلاف في التشكيلة النباتية وفي مستوى كثافتها حسب توجه السفوح والذي يختلف في أهميته باختلاف خطوط العرض وحسب الانظمة المناخية وكذا مستوى انحدار السفوح ومعدل ارتفاعها.

والتناقض النباتي بين السفحين يقل كلما اقتربنا من خط الاستواء حيث تتعامد أشعة الشمس مع مستوى السطح، وهذا التناقض أيضا يعتمد على اتجاه هبوب الرياح المطيرة، والعكس يحدث عندما يخضع سفح دون آخر لهبوب الرياح الحارة والجافة (الرسم 12). وسنرى أشكال هذا التناقض والتدرج عند تطرقنا للتشكيلة النباتية في البيئة الجبلية.

أن عامل الارتفاع يصاحبه في جميع خطوط العرض هبوب الرياح، فكيف تتكيف النباتات مع ذلك؟

2 ـ النبات والرياح

تعد الريح من بين أهم العوامل الايكولوجية المتحكمة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في نوعية وكثافة الغلاف النباتي سواء على المستوى الوظيفي أو على مستوى الشكل والتشكيلة والتوزيع.

2.1 العمل المباشر للرياح:

ان الريح قوة طبيعية مناخية ديناميكية تتغير حدتها واتجاهاتها في الزمان والمكان.
ان الرياح «اللواقح» تأتي بالأمطار كما تساعد على توزيعها فوق البسيطة، لكنها قد تؤدي الى خسائر فادحة عندما تشتد قوتها كاقتلاع الأشجار واتلاف المحاصيل وتمزيق البراعم. وغالبا ما تضاف الى قوة هبوب الرياح قَنْبَلَةُ النبات بواسطة بلورات رملية وملحية غالبا ما تحدث خللا في دورتها الحيوية.

ومن بين أهم أشكال التكيف النباتي أمام هذه الأوضاع فقدانها لأوراقها وتقلص حجمها أو انحناؤها وميلانها في اتجاه هبوب الريح والتي تدفع بعض الأشجار الى تضخيم جذوعها وتقوية جذورها لمقاومة خطر الاقتلاع.

وبالاضافة الى هذا السلوك المرفولوجي تلجأ النباتات الى نوع من التكيف الفزيولوجي يميز وظيفتها الحياتية، وهنا يظهر جليا العمل الغير المباشر للرياح.

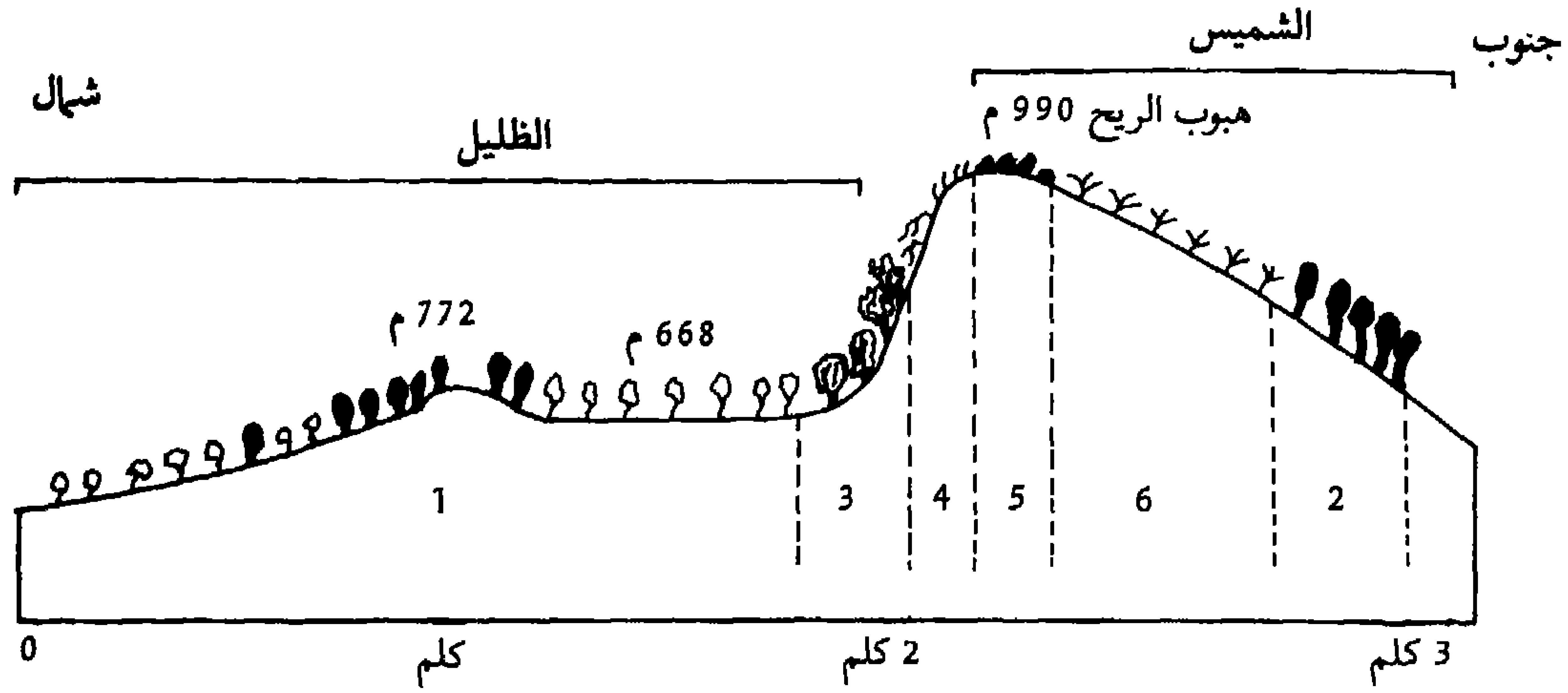
2.2 العمل الغير المباشر:

تتدخل الرياح في تغيير كيفية تفاعل النبات مع الحرارة والمياه. فهبوب الريح الخفيفة (Brise) يساعد في تهوية الأوراق وتنشيط عملية التمثيل اليخضوري؛ كما يتدخل الريح في التخفيف من حدة وخطر الصقيع عند السطح وفوق الأوراق؛ ويتدخل في التخفيف من ضغط المياه المتوفرة، وذلك بتجفيف جزء منها في الحدود المسموح بها.

وهبوب الرياح القوية تنشط عملية التبخر-النتح وبالتالي يضطر النبات لسد مسامه تفاديا لفقدان الماء، الشيء الذي يقلص من نشاطه التمثيلي اليومي.

وبتداخل هذه العوامل وما يصاحبها تأتي النباتات المعرضة باستمرار لهبوب الرياح صغيرة الحجم وملتصقة بالأرض (orophytes) ويكثر هذا النوع في المناطق الجبلية العليا، والرسم التالي يقربنا من حالات تكيف النبات مع هبوب الريح وذلك حسب قوتها ومدة هبوبها وتواترها في اتجاهها ودرجة حرارتها ورطوبتها وحسب مستوى الارتفاع واتجاه السفوح ودرجة الانحدار:

لرسم 12 : أثر الرياح والتوجيه على التشكيلة النباتية
(منطقة بروفانس بجنوب فرنسا)



السنديان الازغب في تداخل مع البلوط الاخضر في السفح الظليل (انقلاب المستويات)	
غابة البلوط الاخضر في السفح الشميس تتدهور نحو الاعلى على شكل غيل مكون بالاساس من ندى البحر.	
غابة زانية خليفة (Relictuelle)	
علوك قرنفلي وكاسر الحجر مُعلق	
قمة تهب فيها الرياح بشدة يكسوها الوزال اللوبلي (نسبة لمؤصله لوبيل Lobel)	
غابة غيلية (ندى البحر)	

تأكد مما سبق أن العالم الخارجي المحيط بالنبات معقد وان عناصره جد متداخلة ومتكاملة في تفسير سلوك النبات والتشكيلات النباتية ومجتمعاتها المتباينة. لكن هذا لا يتم الا بتداخل وتعامل عناصر المحيط الخارجي مع عناصر المحيط الباطني الذي تعيش بها وتتعايش معه مختلف النباتات.

الباب الثاني

النبات ومحيطه الباطني

لا حياة بدون ماء، الا أن الماء وحده لا يكفي. فبالاضافة الى عامل الضوء والحرارة تلعب التربة بمختلف مكوناتها وعناصرها المغذية الدور الأساسي في انجاح الدورة الحياتية للنبات. وتدخل التربة ضمن أهم فروع العلوم الطبيعية لقشرة الأرض وهو علم التربة (Pédalogie) (1) الذي يرتبط بدوره بعلوم اخرى كعلم الجيولوجيا وعلم المناخ وبعلم النبات على الخصوص حيث تتدخل العوامل الترابية (Facteurs édaphiques) لتفسير التشكيلات النباتية وتوزيعها فوق سطح الارض.

تكون التربة الجزء الباطني التي تتم عبره الوظيفة الحياتية الثانية للنبات بعد وظيفتها الخارجية المتمثلة في النشاط اليخضوري.

والجزء الباطني بدوره يعتمد بالدرجة الأولى على ما تمده به البيئة الخارجية من ماء وحرارة ونور وهواء ومواد عضوية وآزوت لضمان ميلاد التربة واكتمال نموها وضمان تطورها.

(1) علم التربة علم حديث بالمقارنة مع العلوم الوضعية الاخرى حيث انطلق وازدهر بروسيا خلال القرن التاسع عشر على يد السوفياتي (Dokoutchaïev 1846 - 1903) ؛ وقد تطور هذا العلم بعد ذلك بشكل سريع، مكثف وواسع حيث دخل عدة مجالات تطبيقية كالمجال الغابوي والزراعي.

الفصل الاول

التركيبة الترابية

تتدخل عدة عوامل في تكوين التربة وتطورها كالصخرة الأم والماء والحرارة والغازات والأزوت والمواد العضوية والأحياء الميكروئية. ان التربة عالَم معقد مكوَّن من عدة عناصر ناتجة عن تفسخ الصخرة الأم تحت تأثير العوامل الجوية والبيولوجية.

1 ـ التركيبة المعدنية

تتكـون التربة في الغالب من عناصر مختلفة النسب، فالعناصر المعدنية تأتي عن طريق التفكك الميكانيكي للصخرة الأم وذلك بتفتيت عناصرها ميكانيكيا وكيماويا، وهذه العناصر تشتمل على تكوينات صخرية ومعدنية غير متجانسة في الشكل والحجم (2). ميزتها الثانية انها غير نشيطة كيماويا لكنها تكوِّن رصيدا خاما لمراحل التكوين اللاحقة.

اذا توقف التطور عند التفتت الميكانيكي اطلق على الحصيلة الترابية اسم الخبار (Régosol) اذا كانت الصخرة الأم هشة ؛ او التربة الصخرية (Lithosol) في حالة صلابة الصخرة الأم. وهذا النوع من التربة غالبا ما يوجد في مناطق متميزة طوبوغرافيا وبيومناخيا كالمناطق الجبلية والصحراوية وفي خطوط العرض العليا.

بالاضافة الى هذا تشتمل العناصر المعدنية على مكونات دبقية (Colloïdes) دقيقة الحجم (أقل من 0,002 ميلليمتر) والتي تتولد عن طريق تحلل العناصر المعدنية السيليكاتية المنتمية للصخرة الأم مثل الصفاح (feldspath) والبلق الطلقي (mica) وهي عبارة عن أنواع صلصالية مورقة البنية مثل سيليكات الألومين الميهة (Silicate d'alumine hydraté)، ومن أهم الأصناف الصلصالية نجد :

الكولينيت : kaolinite
الوحنة : Montmorillonite
الصلصال الورقي : illite

(2) مروحة شكل وحجم العناصر المكونة للتربة واسعة ومتنوعة :
ـ الحصيم : (Gravier) يتعدى قطره 2 ميلليمتر
ـ الرمل الخشن (Sable grossier) بين 0,2 و2 ميلليمتر
ـ الرمل الدقيق (Sable fin) بين 0,05 و0,2 ميلليمتر
ـ الطمى (Limon) بين 0,002 و0,05 ميلليمتر

2 ـ التركيبة الكيماوية

ميزة الدبقات انها نشيطة كيماويا وبيولوجيا بحيث تتكون من ايونات معدنية (ions minéraux) ذات الشحن الموجب(Cations) أو السالب (Anions) والتي توجد كمحلول في ماء التربة (وفي نفس الوقت تساعد التربة على اختزان الماء) أو مركزة في العناصر الدبقية على شكل محلول دبقي (3) (solution colloïdale) .

واختلاف مستوى نزول الدبقات أو استقرارها في مستوى دون آخر هو الذي يحدد نوع التربة واختلاف آفاقها من حيث الجودة البيولوجية (Qualité biologique) أي مدى استفادة النبات من المواد المغذية التي تحتوي عليها.

ونشير أيضا الى أن اختلاف مستوى تجمع وتعقد الدبقات (Floculation) أو تفرقها يحدد امكانيات التربة في تسهيل عملية مرور الماء والهواء داخل طبقاتها (انظر الفقرة 4 من نفس الباب).

كما أن عدد الدبقات المتوفرة يحدد أيضا طاقة التربة على جلب الماء وخصوصا على طاقة اختزانه ليستفيد منه النبات.

والميزة الأساسية الأخرى لتواجد الدبقات هو تسهيلها لعملية امتصاص جذور النبات للمغذيات والأملاح المعدنية الضرورية (4) كالكالسيوم (Ca) والمغنيزيوم (Mg) والبوتاسيوم (K) والصوديوم (Na) والفوسفور (P) والكبريت (S) والآزوت (N) ؛ هذا بالاضافة الى معادن اخرى كالحديد (Fe) والمنغنيز (Mn) والزنك (Zn) والنحـاس (Cu) والبـور (B) والكلور (Cl) واليود (I) والمليبـدن (Mo) ، وهـذه العنـاصر تكـوّن ما يسمى بالضروريات (Oligo- éléments) والتي تدخل بالأساس ـ رغم ضعف حضورها ـ في تغذية النبات وضمان نموه.

داخل خليط من التربة الميهة (Solution aqueuse) يتفكك جزء من الماء إلى ايونات حرة (5) وأيونات الهيدروجين الموجبة (+H) وأيونات اكسيدات الماء الكهرو سالبة (-OH) ؛ وبتحليل وقراءة سلم تركز الأيونات التي تتغير نسبتها بالمقارنة مع الجزء السالب يمكن تحديد درجة حموضة التربة التي يشير الرمز (PH) الى تركز أيونات الهيدروجين الكامن في المحلول (Potentiel Hydrogène) والذي يمثل عكس اللوغاريتم العشري للتركز الأيوني الموجب (6). ولدرجة حموضة التربة علاقة مباشرة مع حالة مركبها الماص (انظر الهـامش 4) : فكلما ارتفعت درجة تركز ايونات الهيدروجين الموجبة الا وضعفت درجة (PH) والعكس صحيح عندما نكون امام تربة ذات مركب مشبع، أي أن كل الايونات المثبتة عبارة عن شوارد معدنية (مثل التربة الكلسية والتربة المالحة. . .).

---

(3) هناك صنفان آخران من البنيات المحلولية :
ـ البنية الجزيئية (structure moléculaire) وتشمل الاجسام العضوية،
ـ البنية الايونية (structure ionique) عندما تكون الجزيئات على شكل ايونات منعزلة ويتم الاتصال بين الذرات بطريقة كهربائية (مثل الاجسام المعدنية).

(4) يطلق على مجموع الدبقات الكهروسالبة (Eléctronégatifs) إسم المركب الماص (complexe absorbant) ، كما يطلق على طاقة التبادل (ca- pacité d'échange) الكمية القصوى التي يستطيع المركب الماص تثبيتها من مجموع الشوارد؛ وهذه الطاقة ترتفع أو تقل حسب درجة احتواء التربة على الدبقات المعدنية القابلة للتبادل (Bases échangeables) .

(5) إن حضور الايونات الحرة يسمح بمرور الكهرباء : فعندما تفقد الايونات الموجبة عددا من الالكترونات التي تدور في فلك النواة فإن الايونات السالبة تضيف إلى حصيلتها ما يقابل ذلك من الالكترونات.

(6) Le Logarithme décimal de 10^8 est le nombre 8.

وقد حدد المختصون سلما لضبط درجة حموضة التربة (acidité) أو قلويتها (basicité) أو حيادها (Neutralité)، وجاء ذلك على الشكل التالي :

- فوق 7 : تكون التربة قلوية ذات مركب ماص مشبع بالشوارد المعدنية القابلة للتبادل.
- عند درجة 7 : تكون التربة محايدة،
- بين 5 و6 تكون حموضة التربة متوسطة،
- أقل من 5 : تكون التربة حمضية وذات مركب ماص غير مشبع.

وهكذا يتبين أن طاقة التبادل داخل المركب الماص للتربة مرتبطة بطبيعة الصخرة الام وبدرجة تركز الشـوارد المعدنية (Cations métalliques)، الا ان الدبقات المشبعة ذات طاقة تبادل عليا هي الدبقات العضوية التي تكون المصدر الثاني لتكوين التربة ونموها وخصوصا لتحديد درجة خصوبتها.

3 ـ الحورة البيوكيماوية للتربة (Cycle biochimique) :

تتكون التربة من عناصر معدنية ومن عناصر عضوية تتولد أساسا من تراكم مخلفات الحيوان والنبات والتي تتحول بواسطة الميكروئيات الموجودة في التربة. ويتمثل العنصر العضوى أساسا في الذبال (Humus) الذي يتشكل من مركبات عضوية تتجمع بها الجزئيات المعقدة لتكوين الدبقات الذبالية (Colloîdes — Humiques) التي تخضـع لعملية المعـدنـة (minéralisation) المرتبطة في سرعتها او بطئها بمكونات الدبقات نفسها، وبفصيلة النبات ونوعية المناخ السائد. وبتكوين طبقة الذبال تكون التربة قد دخلت في المرحلة الذبالية (Phase humique).

وينتج الذبال عن تفسخ الفرشة النباتية (litière) بواسطة نشاط البكتيريا والفطر بمساعدة الحرارة والماء. وتتمثل ازدواجية دور الأحياء الميكروئية خصوصا منها الباطنية في تحلل الذبال وعملية التركيب (7)؛ وهكذا تضمن عملية تحلل مختلف مكونات الخلايا الحيوانية والنباتية فتحرر عناصر معدنية ذائبة وغازية مثل غاز الكربون والامونياك والنيترات والفوسفاط.

الى جانب هذه العملية، وانطلاقا مما يتولد عن المعدنة تتكون اجسام معقدة كيماويا والتي تدخل ضمن المركبات الذبالية، فتتحول الدبقات الذبالية الى حامض ذبالي (Acide humique) يَسهُل تصريفه بعـد ذوبـانـه داخـل الحوامض المعدنية. وهكذا تصبح المواد العضوية جزيئات معدنية بسيطة وسهلة الامتصاص بواسطة جذور النبات. وتختلف التربة في جودتها باختلاف مستوى تركز الذبال وجودته ودرجة حموضته (8).

ومـادة الذبال تخضع لقانون التناسب بين الكربون والآزوت حيث يتنوع الذبال بتنوع درجات التناسب بين هاتين المادتين : فكلما ارتفعت نسبة الآزوت الا وانخفض حاصل التناسب وكان دليلا على نشاط المعدنة داخل الذبال، والعكس صحيح. ان جودة الذبال تتأثر بدورها بدرجة نشاط المعدنة وتذبيل المواد العضوية؛ وهذا النشاط العضوي مربوط بعدة عوامل كالمناخ والطوبوغرافية وطبيعة الصخرة الأم

---

(7) توجد في التربة حيوانات اكثر حجما يضاف دورها الى دور الحيوانات المجهرية في مزج التربة ونسجها واخصابها. في فدان واحد من التربة يوجد ما يقرب من 50 الف دودة والتي تسمى بالحشرة الآكلة للتربة حيث تلتهم سنويا ما يعادل 10 اطنان من التربة!

(8) لدرجة حموضة الذبال علاقة مع نوعية ودرجة حموضة المواد العضوية النباتية، كما أن لتوزيع النبات الالفحمضي علاقة مع نوعية التربة ودرجة حموضتها. الا ان الباحث (Lemée) اثار الانتباه الى عدم وضع علاقة وطيدة بين درجة حموضة التربة وتوزيع النباتات فوق سطح الارض حيث تتدخل عوامل اخرى سنراها من خلال التحليل اللاحق.

ونوعية الفرشة النباتية . وقد أجمع المختصون في علم التربة على أربعة أصناف ذبالية حسب ارتفاع نشاط المعدنة أو ضعفه، والتي تتميز بشكلها ولونها وبخصائصها الفيزيوكيماوية .:.

- أ ـ **الصنف الرطب** (Type Mull) : وهو الصنف الذي يتميز بكثافة النشاط البيولوجي للمكروئيات ودود الارض (Lombrics) ومفصليات الأرجل (Arthropodes) ويتميز هذا النوع بقلة أو انعدام المواد العضوية الخامة بفعل سرعة تحللها، كما أن مركبه الماص مشبع، ويسجّل انسجام بين الجزء المعدني والعضوي للتربة (9).

ومن مميزاته أيضا تركز مادة الآزوت بالنسبة للكربون، الشيء الذي يجعل حاصل التناسب ضعيفا (اقل من 15) . ومن بين العوامل المساهمة في ميلاد وتطور هذا النوع الجيد من الذبال : ارتفاع درجة الحرارة، توسط درجة الرطوبة، تهوية جيدة للتربة، وجود فرشة عضوية قلوية وغنية بالآزوت، وجود صخرة أم غنية بالكلسيوم، ضعف في حدة التشميس . . . وهذا النوع من الذبال غالبا ما يوجد تحت الغابات النفضية القلوية (الذبال الغابوي : Mull forestier) ، وفي البراري الالفجيرية (mull calcique) حيث تقل درجة الحموضة الأرضية (Ph : أكثر من 7) .

- ب ـ **الصنف الخام** (Type mor) : ويتميز ببطء المعدنة حيث يفوق حاصل التناسب بين الآزوت والكربون (25 وقد يصل الى 40) . وهذا النوع يطلق عليه اسم الذبال الخام لأنه بيولوجيا غير نشيط بسبب كثرة الرطوبة او انخفاض درجة الحرارة أو هما معا، بالاضافة الى وجود فرشة نباتية حمضية ومحمِّضة (Acidifiante) كأوراق الصنوبريات والخلنجيات ؛ ولهذا جاء هذا الصنف حمضيا (Ph ـ بين 3 و4,5) وذا مركب ماص غير مشبع (Désaturé) تنتمي بنيته الى الصنف الدقاقي (Par-ticulaire) .

- ج ـ **الصنف الوسط** (Type moder) : ويشمل الذبال المتوسط النشاط حيث ينحصر حاصل التناسب بين الازوت والكربون بين 15 و20 وهذا رغم نشاط المعدنة وتحلل المواد العضوية ؛ والميزة الثانية هو توسط درجة الحموضة (Ph ـ 4 ـ 5) . ويمكن القول بان هذا الصنف قد يرمز الى المرحلة الاولى من مراحل تطور الذبال الرطب.

- د ـ **الصنف الخثي** (type tourbeux) : ويشمل نوعا من التربة المتأخرة التكوين، حيث يحدث التحلل بمعزل عن الهواء (Anaérobiose) وفي بيئة ميهة مما يسبب في بطء المعدنة ينتج عنه تراكم للفرشة النباتية الحمضية وعلى رأسها الطحالب، والسعادى (Carex) البرواق (Asphodèles) والسفاني (Sphaignes) ، وهذه النباتات الالفمائية تزدهر غالبا في المناقع (Etangs) حيث تقل الحيوانات المنشطة وتقتصر على البكتيريا اللاهوائية (Anaérobie) وعلى بعض انواع الفطريات (Champignons) . وتتميز هذه المناقع ايضا بضعف وتيرة تكوين الذبال وتكدس النبات على سمك قد يصل الى بضعة امتار؛ وميزتها الثانية ان الجزء الأعلى للنبات الخارج عن الماء يستمر في العيش رغم انفصاله عن الارض بعد موت جزئه الاسفل اختناقا ويتفحم ببطء وبمعزل عن الهواء.

وحسب طبيعة المناقع وعمق الماء وكثافة النبات ونوعيته يمكن التفريق بين نوعين من الخثيات:

- الخثيات المنخفضة (Tourbières basses) ويطلق عليها ايضا إسم خثيات تحت الماء (Infra-aquatiques) ، وتتكون في الغالب في المنخفضات التي تغذيها المياه الغنية بالأملاح

---

(9) هذا الانسجام يدل على تكوين مركب صلصالي ذبالي (complexe argilo-humique) ذي بنية جلطية محببة (St. grumeleuse) بالمقارنة مع البنيات الاخرى كالبنية الدقاقية (st. particulaire) والبنية الموشورية (St. prismatique) .

(الكلسيوم على الخصوص). من أهم مكوناتها : السعديات الوحيدة الفلقة (Cypéracées monocotylédones) مثل السعادى (Carex) ، والمقرعات (Hypnacées) ، والقصب (Roseaux) مثل هازجة الماء او قصب المكانس (Phragmites) .

ويتميز هذا النوع من الخثيات بضعف درجة الحموضة (Ph : 7) وهي من الخثيات الجيرية (Tourbes calciques) التي تندثر بسرعة عندما يجف الماء فتخلفها تدريجيا التكوينات النباتية الشجرية (Arbustives) .

- الخثيات البارزة : تزدهر في المناقع المتكونة فوق الطبقات الغير النافذة (Imperméables) حيث تتراكم المياه الفقيرة من الأملاح المعدنية بالاضافة الى ارتفاع نسبة حموضتها(PH = 4) وبسبب تشبع البيئة بالماء تلجأ الطحالب للعيش على مخلفاتها المتراكمة الشيء الذي يفسر منظرها المقبّب (قد يصل الارتفاع الى نصف متر) كما يبرر تسميتها بالخثيات العالية حيث تبرز فوق سطح الماء (Supra-aquatique) وتوجد بكثرة في المناطق الباردة والرطبة كالمناطق الجبلية ومناطق خطوط العرض العليا.

من خلال ما سبق يتضح ان للذبال دورا أساسيا في مراحل تكوين التربة وتصنيفها حسب جودتها. ولدرجة وسرعة معدنة الذبال علاقة مع مجموعة من العوامل والعناصر التي توضح مدى جودة التربة البيوكيماوية. فكيف تتم اذا الدورة البيوكيماوية للتربة ؟

سبق ان رأينا بأن نسبة الآزوت بالمقارنة مع الكربون هي التي تحدد نوعية الذبال ومستوى الحموضة التي تلعب فيها الاحياء المجهرية الدور الفعال : فالآزوت المعدني الفضائي (Azote minéral atmosphérique) (N2) والذي يصعب استهلاكه من طرف النبات مباشرة يُثبّت من طرف البكتيريا ويُساق داخل التربة كمركب عضوي بكتيري يضاف الى الآزوت العضوي الذي تحتوي عليه الفرشة النباتية ومخلفات الحيوان.

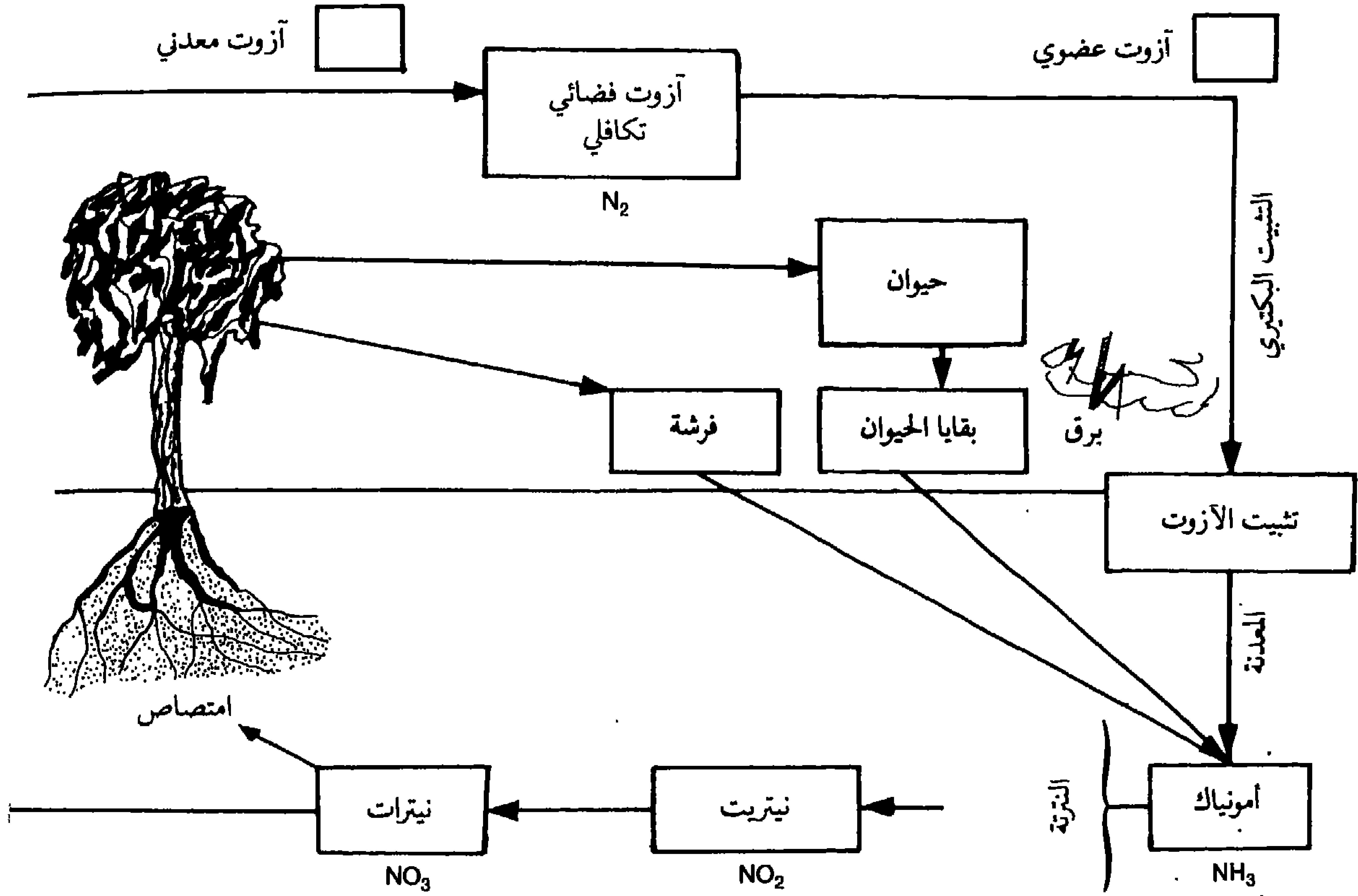
لكن الازوت العضوي المختزن في الذبال، ولكي يسهل استغلاله من طرف النبات وبعد ذلك من طرف الحيوان الآكلة للعشب يجب ان يتحول الى آزوت معدني باطني . . . وهذا ما يلخص الدورة البيوكيماوية الطبيعية للآزوت والمتمثلة في ظاهرة المعدنة والتي تمر على مرحلتين أساسيتين :

- النشْدَرة (Ammonisation, Ammonification) : وتتمثل في عملية تحويل المادة العضوية الى مركبات نشادرية.
- النترجة (Nitrification) : وتشمل عملية تفاعل كيماوي للمكروئيات يُحوِّل إثرها الأمونياك (10) الى ملح الحامض النيتري (Nitrite : No2) والذي يحول عبر عملية النترتة (Nitratation) الى نيترات (Nitrate : No3) وهي عبارة عن مركبات معدنية يسهل امتصاصها بواسطة الأوْبار الجذرية الماصة للنبات والذي يقوم - خلال نشاطه اليخضوري - بتحويل النترات الى بروتينات (Protéines) والتي يستهلكها الانسان والحيوان من خلال اكله للعشب والفواكه واللحوم.

(10) ان الامتصاص المباشر للآزوت على شكل امونياك والذي يحدث بطريقة صعبة وبطيئة لايتم الا بواسطة نبات من الفصيلة الالفحمضية (Acidiphile) مثل الراتنجيات (Résineux) والخلنجيات (Ericacées) .

وهكذا يبدو ان دائرة الآزوت الطبيعية تمر بمراحل معقدة لكنها ضرورية لضمان متابعة الدائرة الحياتية للنبات والتي تنتهي بموتها لتدخل في دورة جديدة (11) :

الرسم 13 دورة الآزوت



لغاية هذا المستوى يتجلى بوضوح تعقيد التركيبة الترابية وعلى رأسها الدورة البيوكيماوية، لكن هل كان ذلك ليتم لولا حضور الماء في التربة ؟.

4 - مفهوم الحصيلة المائية في التربة : (12)

ان الكمية المائية التي تحتوي عليها التربة تعتمد على التساقطات، الا أن حصيلة هذه الأخيرة تتوزع وتستهلك بطرق مختلفة :

(11) ان الدورة الآزوتية يمكنها ان تغلق في حالات خاصة يحدث ذلك مثلا في البيئة اللاهوائية (Anaérobiose) حيث يتم التقليل من النيترات بواسطة الميكروبيات (Dénitrification) الشيء الذي يؤدي مباشرة الى تحرير الآزوت المعدني التكافلي الذي يدخل من جديد في الدورة الآزوتية المغذية مرورا بمرحلة التثبيت البكتيري والنشدرة والنترجة.

(12) Huetz De Lemps (A) : La végétation de la terre, Masson Paris 1970. p. 24

ـ جزء يتبخر في الجو قبل ان يصل الى سطح الارض، ولدرجة التبخر علاقة مع مستوى الحرارة الجوية وحدة التشميس،
ـ جزء يغوص نحو الاعماق بفعل قوة الجاذبية والانسياب التنازلي ليغذي الفرشة المائية الباطنية، ولهذا علاقة مع طبيعة وبنية التربة ودرجة تشققها ونفاذها (Eau de gravité) ،
ـ الجزء الثالث من الماء النافذ يظل مستقرا في التربة بفعل الجاذبية الشعرية (Force de capillarité) جزء منه يتم جذبه نحو الجذور لتغذية النبات والجزء الآخر يُجذَب تصاعديا نحو السطح ليتبخر، ولهذا طبعا علاقة مع بنية ونسيج التربة وقوة التناضح لدى النبات،
ـ الجزء الاخير يظل ملتصقا بجزيئات التربة (Molécules du sol) ولا تستطيع قوة التناضح ولا القوة الشعرية ان تجلبه، ويسمى بالماء الاسترطابي (l'eau hygroscopique) .

على مستوى الحصيلة المائية عند التربة نستحضر في البداية بنية ونسيج التربة : يطلق اسم المسامية (Porosité) على تركيبة التربة من حيث مستوى الفراغات الحرة الموجودة داخلها، ولهذا علاقة مع نوعية الجزئيات التي تتركب منها التربة حيث نجد نوعين أساسين من هذه التركيبات الجزئية :

ـ النـوع التجمعي الخليطي (En agrégat) : ويظم خليطا من الجـزئيات الـدبقية التنـدفية (Floculées) التي تقوم بدور الربط بين الاجسام الاكبر حجما (الرمال، الطَّفْل) وتفصل هذه التجمعات فراغات تساهم في التهوية وخصوصا في الدورة المائية للتربة.
ـ النوع الدقاقي (Particulaire) : ويتميز بكون العناصر المكونة للتربة تظل مبتعدة وغير ملتصقة، والفراغات التي تفصل بينها تشغلها الجزئيات الدبقية المتفرقة.

ودرجة مسامية التربة تختلف باختلاف انواع التربة وتركيباتها الجزيئية. وهناك نوعان من المسامية :

ـ المسامية الغليظة6(Macroporosité : وهي المسامية الغير الشَّعَرية (Non capillaire) والتي توجد في التربة ذات الجزئيات الكبيرة (أكثر من 8 ميكرون) والتي تسمح بمرور الغازات والماء وبالتالي تعمل على تهوية التربة (Aération du sol) التي تساعد في تنشيط الميكروئيات الهوائية.
ـ المسامية الدقيقة (Microporosité) : وتسمى ايضا بالمسامية الشَّعَرية (Porosité capillaire) وترمز للتربة ذات التكوينات الدقيقة التي تفتقر الى الفراغات وبالتالي الى تهوية الجذور ومرور الماء والغاز بالخصوص. وهذا النوع من التركيبة في الغالب ما تكون خانقة (Str. as- phyxiante) ومعرقلة للدورة الحياتية النباتية في جزئها الباطني. لكل من نوعي المسامية طاقة خاصة على اختزان الماء داخل التربة، ويطلق عليها اسم طاقة الاختزان (Capacité de ré- tention) ، والتي تختلف باختلاف نوعية التربة ودرجة مساميتها. كما انها تتدرج بتدرج مستوى تزويد التربة بالماء خصوصا منه النوع الشعري الذي تستفيد منه النباتات خارج فترات التزود بالماء الجاري المستمر.

وتقاس طاقة الاختزان بالتناسب الحاصل بين وزن التربة الجافة (13) ونسبة الماء من النوع الشَّعَري الذي يبقى عالقا بجزيئات التربة والذي تمتصه جذور النبات بقوة الترشح (Force d'osmose) .

ويوجد سقف معين لهذه القوة : فعندما تصل قوة الامتصاص الترشحي (Force de succion osmotique) الى درجة 16 ضغط جوي تتعادل مع طاقة اختزان التربة لجزئيات الماء، وهذا ما يسمى بنقطة الذبول

(13) طاقة 30 ٪ مثلا تعني اختزان التربة لثلاثين غراما من الماء الكامن مقابل 70 غراما من وزن التربة الجافة (Sol à poids sec) وطاقة الاختزان (C.R) تتراوح بين 2 و3 حسب البنية والتركيبة الترابية.

المستمـــر (Point de fanaison permanente) والـذي يعـادل قوة 16 ضغط جوي (Atmosphère) اى 16000 سنتم من الماء (14). وهذا المقياس يحدد مقدار الماء الذي لا يمكن دونه للنبتة ان تمتص عبر جذورها الماء والاملاح والمواد المغذية، فتدخل إثر ذلك في مرحلة انتظار للتزود بالماء من جديد، واذا لم يتم ذلـك بعـد فترة معينـة تزيد النبتة في الذبول فتتحطم خلاياها ؛ وهذه المقاومة الانتقالية تختلف باختلاف نوعية النباتات وطاقتها على مقاومة الجفاف.

وفي هذا الاطار، ومن زاوية قدرة النبات على التعايش مع انواع مختلفة من التركيبات الترابية، تدخل النباتات في حالات تكيف معينة : فاذا اخذنا نبتتين مختلفتين واخضعناهما لنفس التربة ونفس الكمية المائية ونفس الظروف الخارجية (التشميس، الرياح الحرارة، رطوبة الجو. . .) سيختلف سلوكهما بالتأكيد حيث تدخل النبتة التي تفضل كميات كبيرة من الماء فترة الذبول قبل النبتة الثانية.

ويمكن القيام بنوع آخر من التجارب : نأخذ صِنْفَيْن من جنس نباتي واحد ونخضعهما لظروف جوية وترابية ومائية مختلفة لنحصل على نقطتي ذبول مختلفتين : فالنبتة التي تعيش فوق تربة طينية غنية بالذبال تصل الى نقطة الذبول بعد وقت من بلوغها لدى النبتة التي تعيش فوق تربة رملية ؛ ولهذا طبعا علاقة مع بنية ونسيج التربتين وكذا مع طاقتها لاختزان الماء (15) :

الرسم 14 **نقطة الذبول وطاقة اختزان الماء من طرف التربة**

البنية / الماء	طاقة الاختزان	نقطة الذبول	الماء القابل للاستهلاك
طينية	39,1	20,9	18,2
متوازنة	28,0	15,0	23,0
رملية	15,4	6,2	9,2

50 40 30 20 10
C.R PF
طاقة الاختزان
نقطة الذبول

يتبين مما سبق ان الـتربـة عالم معقـد ومتـطور، وهـو عالم أكـد مكانته ضمن عناصر التركيبة البيوجغرافية، كما يتمم بعناصره المغذية من ماء ومعادن الجزء الثاني لمحيط النباتات والتي لا يمكنها عموما ان تنجح في دورتها الحياتية الا بالارتكاز على التربة ؛ ويختلف سلوك النباتات باختلاف وتنوع التربة.

(14) ان قيمة القوة الشعرية الكامنة (Force capillaire potentielle) التي تقابل نقطة الذبول تعادل كيفما كانت نوعية التربة 4,2 (أي لوغاريتم 16 000 سنتم من الماء).

(15) إن طاقة اختزان الماء تختلف من تربة لاخرى :
- بين 5 ـ 15 ٪ في التربة الرملية
- بين 15 ـ 26 ٪ في التربة الطفلية
- بين 20 ـ 40 ٪ في التربة الطينية (انظر الرسم : 14)

لكن اذا مرت العينات الثلاثة بفترة من الجفاف تنقلب المقاييس حيث ان التربة الطينية تقل فيها نسبة المياه المختزنة قبل التربة الرملية التي تظل محتفظة بمزيد من الماء.

الفصل الثاني

الصنافة «البيولوجية» للتربة

يعـد منهاج التصنيف البيولوجي للتربة (systématique biologique) لدى العلماء من اعقد واصعب المناهج المتبعة في الميدان البيوجغرافي ؛ وتعزى هذه الصعوبة من جهة لتداخل وتعقد العناصر التي تتفاعل لخلق التربة ودرجة نموها أو سرعة زوالها، ومن جهة اخرى لاتساع سطح البسيطة وصعوبة تحديد المجالات الترابية التي يتكون منها ؛ ومن جهة ثالثة لغموض وتناقض السلوك التي تنهجه النباتات في تعايشها مع مختلف انواع التربة، الشيء الذي يصعب معه اتخاذ الصنافة الترابية كعامل اساسي في مجال الصنافة النباتية من زاوية تحديد خصائصها ومميزاتها كعلم يتداخل ويتكامل مع العلوم الطبيعية والانسانية من زاوية التأثير عليها والتأثر بها.

ان التركيبة البيوجغرافية والتي تدخل التربة ضمن عناصرها، لا يمكنها ان تنشأ مباشرة وبسرعة : إذ لابد اولا من تكوين التربة انطلاقا من الصخرة الأم لتستقر فوقها النباتات وتتكون العشائر النباتية المختلفة بفعل التفاعل المستمر والمتبادل مع العناصر الاخرى كالطوبوغرافية والمناخ والغطاء النباتي والانسان والحيوان.

وتنـوع التربة في بنيتها وتطورها يأتي نتيجة تفاعل هذه العناصر بشكل متفاوت ومعه تتفاوت معايير التصنيف :

1 ـ معايير التصنيف الترابي :

لقد اعتمد المهتمون بميدان التربة على عناصر متداخلة لتحديد انواع التربة وتوزيعها المجالي. وقد تعددت مناهج التصنيف واختلفت بتعدد واختلاف العوامل المتحكمة في نشأة وتطور التربة (Pédo-génèse). فهناك من يعتمد على العناصر الباطنية للتصنيف الكيماوي ؛ والقسم الاخر يعتمد اساسا على تدخل العوامل المناخية ؛ وحديثا هناك من يسلك المنهاج الترينشئي (Pédogénètique) الذي يقف عند آليات نشأة التربة ودرجة وطبيعة تطور آفاقها (Horizons).

وهناك عدة مؤلفات حول الصنافة الترابية منها من جاء بسيطا وآخر معقدا بسبب كثرة التفاصيل التي اعتمدها الباحث ؛ وقد اختلفت البحوث باختلاف المعايير المعتمد عليها في التصنيف :

1.1 المعيار الوصفي النشئي (Critère descriptif génétique) :

يعتمد هذا المنهاج على تحديد المسكات التي تكون التربة ووصفها وترتيبها بعد تحليل ظروف وطبيعة نشأتها ودرجة تطورها. وقد سلك هذا المنهاج العالمان دوشفور (Duchau-four) وأوبير (Aubert) اللذان اعتمدا في هذا التصنيف على تداخل عنصرين :

ـ تنوع واختلاف المسكات المكونة للتربة من حيث العناصر المولدة لها وخصوصا

طبيعة ودرجة تطور المسكات نفسها،
- نوعية وكثافة الذبال المكون للتربة، ومدى تفاعل العناصر كالحديد والكلسيوم والجير. . . داخل المادة الذبالية، وتحديد درجة حموضة او قلوية او حياد التربة، ومستوى خصوبتها وتعدد مسكاتها.

وانطلاقا من هذين المعيارين توصل العالمان الى تقسيم التربة الى طبقات (Classes) والى فروع (Sous-classes) (16).

1.2 المعيار الكيماوي النشئي (Critère chimique et génétique) :

يعتمد هذا النوع من التصنيف على درجة حضور او غياب العناصر الاساسية في التربة وخصوصا درجة تركزها وانتقالها من مسكة لأخرى وكذا مستوى غسل وتصويل بعضها (Lessivage) (17)؛ فمثلا التربة التي تحتوي على ايونات الكلسيوم او الجير تتصف بالخصوبة ويطلق عليها اسم التربة الكلسية (Pédacols) ، وصنف آخر يحتوي على نسبة مرتفعة من الحديد والألومنيوم مع غياب إيونات الكلسيوم الحرة ويسمى بالتربة الحديدية (Pédalfers) ، ولهذا طبعا علاقة مع نوعية المناخ : فالتربة الحديدية غالبا ما تتكون في المناطق الرطبة الباردة او الحارة حيث تنشط عملية غسل العناصر المخصبة وتركز العناصر المنحددة كتربة الديجور المنحدد (podzol ferrugineux) السائد في مناطق خطوط العرض العليا الباردة وتربة الصّلب المنحدد (La-térite ferrugineuse) السائدة في المناطق البيمدارية ذات التواتر الفصلي.

ونلاحظ ان تركز مادة الكلس في المسكات العليا للتربة تسود في المناطق الجافة والحارة حيث تؤدي عملية النقل التصاعدي إلى تركزها في الأعلى وسوء توزيعها عبر باقي المسكات.

من خلال تحليل المعيارين السالفين يتبين أنه لا يمكن الاعتماد عليهما بانفراد، بل يجب دمجهما في كل دراسة تحليلية لانواع التربة وتصنيفها ؛ فالتحليل الوصفي النشئي مثلا لا يمكنه ان يتغاضى عن الميكانيزمات الكيماوية والعضوية التي تصاحب التربة في نشأتها وتحديد معالمها من خلال تطور ونضج مسكاتها.

كما ان تعدد وتنوع العناصر المتدخلة في نشأة التربة وتطورها (كالمناخ والنبات والصخرة الأم والانسان والحيوان والطوبوغرافية، والنشاط الميكروحيواني. . .) كل هذا يحتم على الدارس لعالم التربة ان يأخذ كل العناصر بعين الاعتبار خصوصا وان اختلاف تواجد هذه العناصر هو الذي يؤدي إلى الاختلاف في أشكال التربة فوق سطح الأرض.

1.3 المعيار النطاقي التفسيري (Critère zonal interprétatif) :

باستثناء التربة النطاقية (Sol Zonal) التي تتدخل في تحديد مساحاتها وتوجيه مجالاتها عدة

---

(16) مثلا التربة الكالسة (Calcimorphe) تنقسم حسب نوعية الصخر الأم الى تربة كلسية وتربة طميية غرينية (Loess) .

(17) ان ظاهرة غسل مَسَكات التربة تسبب في نزول المواد المخصبة للتربة نحو الأعماق وتركزها في أفق دون آخر مسببة في حموضية التربة وفقدانها بالاساس لكربونات الكلسيوم ومن اهم المواد النازلة نجد :
- الشوارد المعدنية (Na, Mg, K, Ca = cations métalliques) والتي تكون على شكل كربونات او مثبتة فوق المركب الماص وتنزل على شكل املاح ذائبة.
- النوع الثاني للنزول يتعلق بالدبقات المختلفة اما متفرقة اوعلى شكل مركبات (المركب الصلصذبالي، والحديد ذبالي والحديد سيليسي . . .).

عناصر خصوصا منها الصخرة الام والمناخ (18) والتي تجعل خريطة التربة العالمية تتوزع على شكل نطاقات شبه متوازية مع خطوط العرض (مثلا في الاتحاد السوفياتي)، باستثناء هذا النوع هناك في الواقع مناطق كثيرة من سطح الارض تحتوي على تربة لانطاقية (sol azonal) أو طيْنطاقية (sol in-trazonal) ، وتتدخل عدة عوامل (كالطوبوغرافية والصخرة الام والاملاح والماء والحرارة والغلاف النباتي وتدخل الانسان والحيوان) لنشأة هذا النوع من التربة وتطورها.

ومن بين هذه التكوينات اللانطاقية والطينطاقية الترابية نجد :

- التربة الغرينية : (sol alluvial) الحديثة النشأة والتي توجد تقريبا في جميع المناطق المناخية، وكذا التربة الخثية النقعية (sol tourbeux) (انظر الفقرة 3 ، الفصل الاول نفس الباب) ؛
- التربة الالفملحية (sol halomorphe) مثل السباخ الاسود القلوي (solon tchak) والتربة المالحة المصولة (solonetz) والتربة المالحة الديجورية (soloth) ،
- التربة الميهة (sol hygromorphe) من النوع الرغابي المؤكسَد (sol à gley oxydé) والشبرغابي (Pseudogley) ؛
- التربة الصخرية من نوع الحزيز (Ranker) والخَبار (Régosol) .

ان اختلاف وتعدد مناهج تصنيف التربة أمر منطقي نظرا لتعدد المعايير المتعمد عليها. وتصنيف التربة لا يمكن ضبطه الا عبر تجارب متوالية وتقنية المقاطع في الميدان، الشيء الذي يقرب الملاحظ والدارس من حقيقة مسكات التربة المختلفة ودرجة تطورها ومستوى « مردوديتها البيولوجية» :

2 ـ تقنية المقطع الترابي

تعود اهمية المقطع الرأسي للتربة لكونها تقرب المحلل من عدد ونوعية المسكات المكونة للنسيج الترابي والتي تتوضح عبرها آليات التطور ومستوى نضج التربة وكذا التقرب من خصائصها المرفولوجية (اللون، السُمك) والفزيولوجية (البنية، النسيج) والكيماوية (درجة الحموضة وطاقة التبادل . . .).

ويعد المقطع التّرابي اساس علم نشأة التربة (Pédogénèse) وخصوصا علم الصنافة الترابية (systématique des sols).

وتتعدد انواع التربة بتعدد واختلاف مسكاتها. ويشتمل المقطع الترابي نظريا على عدة مستويات لكل منها خصائصها ومميزاتها البيوفيزيوكيماوية، وكل مسكة تشتمل على عدة مستويات سبرية (Faciès) :

أ ـ مسكة علوية : ويطلق عليها اسم المسكة الانعتالية (Horizon éluvial) ، وتتكون مبدئيا من المادة الذبالية والعناصر المعدنية الا انها تفتقر الى العناصر الدقيقة والمواد الذائبة والتي تنساق نحو الاسفل بواسطة الماء النازل ؛ وغالبا ما يؤدي ذلك الى غسل هذه المسكة، ولهذا طبعا علاقة مع البنية الترابية ومع نوعية المناخ ومستوى معدنة المواد العضوية.

وفي المتوسط تشتمل المسكة الانعتالية الطاردة على ثلاث مستويات : المستوى العضوي (أ) ويشتمل على الخثة النباتية (19) (أ1)، والمستوى الذبالي المتخمر او في طريق التذبيل (أ2)، والمستوى المعدني العضوي (أ3).

(18) لقد اكد العالم السوفياتي دوكوتشاييف مع نهاية القرن التاسع عشر ان المناخ يلعب الدور الاساسي والحاسم في تحديد نوعية ومجالات التربة وتوجيه خطوطها العريضة، وتأتي الصخرة الام والتضاريس في الدرجة الثانية ضمن العوامل المؤثرة والمولدة للتربة.

(19) في المتوسط يصل حجم الكتلة الجافة للفرشة النباتية (litière) في غابة السنديان النفضية الى أربعة أطنان للهكتار، والى 15 طنا في بعض الغابات الاستوائية.

ب ـ مسكة الاستقبال (Horizon illuvial) وتكون الجزء الاسفل من النسيج الترابي، وتتميز باستقبالها للمواد القادمة من الأعلى، ومسكة التراكم هذه تنقسم بدورها الى مستويين أساسيين :

ـ مستوى غني بالذبال (ب1)

ـ مستوى تراكم الحديد والصلصال ومعادن أخرى (ب2).

وفي حالة سيادة الانتقال الصاعد توجد مسكة الاستقبال فوق مسكة الطرد الانتقالية (أ1).

ج ـ مسكة انتقالية (ج) (Horizon Transitoire) وتأتي مباشرة فوق الصخرة الام وتظهر غالبا في انواع التربة التي لم تصل بعد الى مستوى جيد من التطور حيث تغيب مسكة الاستقبال، كما يمكن ان توجد في التربة المكتملة النمو بمسكاتها الثلاثة (أ، ب، ج).

يبدو أن تصنيف المسكات الترابية على هذا المنوال يظل بعيدا عن الواقع لان التعميم لا ينطبق مع واقع نشأة التربة وظروف تطورها والتي تختلف باختلاف العناصر والعوامل المساهمة في نشأتها والمرافقة لتطورها.

ان المقطع الترابي يعتمد على تقنيات خاصة في انجازه ليكون واضحا، دقيقا، معبرا وذا مردودية ؛ ومن اهم هذه التقنيات نجد الرموز ؛ وقد سبق للعالم دوشوفور في انجاز مقاطع ترابية عبر مناطق العالم ان اقترح الرموز التالية (20) والتي سنعتمد عليها خلال تطرقنا لاهم انواع التربة : (الرسوم من 15 الى 28).

مفتتات عضوية أكثر تفسخا

مسكة ذبالية ذات بنية دقاقية

مسكة ذبالية ذات بنية محببة

كربونات الكلسيوم

صلصال

مسكة مغسولة

مسكة جد مغسولة

تراكم الحديد المميه

تراكم الحديد الشبمجفف

ترسب حديدي محلي

ألومين حر

تصلب اكسيد الحديد والمنغنيز

تراكم حديدي

بداية تحول الصخرة الأم

الصخرة الام السيليسية

الصخرة الام الكلسية

(20) Duchaufour (Ph) : Pédologie, Masson, Paris, 1984, p : 100

3 - أنواع التربة :

انطلاقا من صعوبة تحديد معايير تصنيف التربة وكذا صعوبة ضبط أنواع المسكات وحدودها عبر المقطع الترابي والذي يختلف باختلاف أنواع التربة، يتضح أن اصناف التربة متنوعة وجد معقدة، وقد اجتهـد المهتمـون بميدان الصنافة الترابية في تحديد انواع التربة وادراجها ضمن مجموعات وفروع ؛ ونقتصر هنا على التصنيف الذي جاء به دوشفور واوبير اللذان صنفا تربة العالم الى 47 صنفا تنتمي الى 10 مستويات لكل مستوى خصائصه البيولوجية المميزة.

3.1 الترىات الناشئة :

ويطلق عليها أيضا اسم الترىات الغير المتطورة (Sols non évolués) او الترىات الخامة (Sols bruts) بسبب توفرها على خصائص ومميزات تشبه الصخرة الام : فبالاضافة الى ضعف تشبع مركبها الماص تبدو معالم مسكاتها غير واضحة بالاضافة الى قلة عددها، كما أن الحركة الميكانيكية تظل هي السائدة امام ضعف او انعدام التفسخ البيوكيماوي.

ويظم النوع الناشيء وجميع انواع التربة الغير المكتملة النشأة والتي تستوطن المناطق الجبلية والمناطق القاحلة من النوع البارد والحار حيث تسود التفتتات الصخرية وتقل او تنعدم الخثة النباتية وتنعدم عملية التفسخ بفعل ارتفاع او تدني درجات الحرارة ؛ وحتى في حالة توفر الفرشة النباتية (مثلا في المناطق الباردة) فإن ضعف الحياة الميكروئية وانخفاض درجات الحرارة لا يساعد على تنشيط التفسـخ وعملية المعـدنـة (21) حيث تسود مادة الكربون بالنسبة للآزوت وترتفع درجة الحموضة (Ph = 3 , 5 − 4 , 5).

ويتميز مقطع التربة الناشئة ببروز المسكة العليا (أ) وسيطرتها على المسكة السفلى (ج) في غياب مسكة الاستقبال (ب). وقد اطلق عليها العالم Kubiena اسم الحزيز (Ranker).

3 . 1 . 1 تربة الحزيز : تظم جميع انواع الترىات الناشئة التي تقابل المستوى الاول والثاني في تصنيفة دوشفور وأوبير :

أ - المسكة العلوية (أ)

ب - المسكة السفلى (ج) : وتتصل مباشرة بالصخرة الام التي بدأت في التفكك والتحول في جزئها الاعلى الذي يتصل مباشرة بالمسكة العلوية :

(21) لتجنب الخلط أو التعميم نشير الى أن هناك أنواعا من التربة تمر بظروف خاصة ذلك ان التربة - وبعد بلوغها مرحلة النضج - تتعرض لظروف مناخية او بتدخل الانسان الى عملية التعرية الكثيفة، الشيء الذي يغير من عدد مسكاتها وجودتها البيولوجية، فتعود التربة إثر ذلك الى بداية النشأة، فتدخل من جديد في دورة بيوكيماوية ثانية. وهذا التطور التراجعي قد يصيب جميع انواع التربة حتى الناشئة منها.

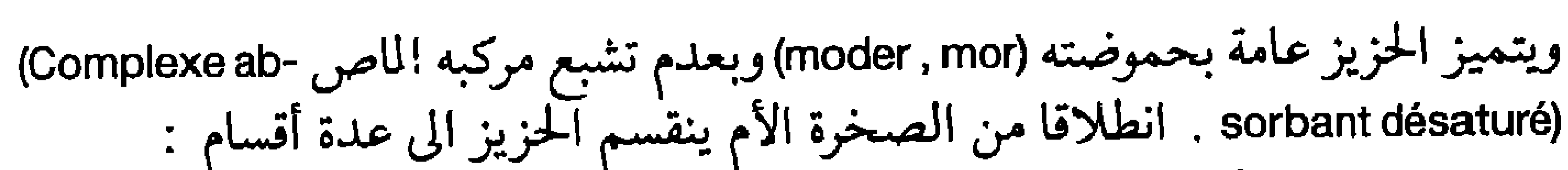
الرسم 15 **تربة الحزيز**

أ٥ خثة

أ١ مسكة ذبيلة

ج أكسيد الحديد وسيليس

الصخرة الام



ويتميز الحزيز عامة بحموضته (moder , mor) وبعدم تشبع مركبه الماص (Complexe ab-sorbant désaturé) . انطلاقا من الصخرة الأم ينقسم الحزيز الى عدة أقسام :

- حزيز التعرية : ويكثر على المنحدرات (Régosol, lithosol) في النطاق المتوسطي.
- حزيز التراكم ويشمل التكوينات الغرينية (colluvions, alluvions) في اسفل المنحدرات وعلى جنبات مجاري الانهار.
- حزيز مناخي : ويسود في المناطق المناخية القارية الباردة (مثل بعض أنواع تربة التوندرا : Cryosol) او الجافة والشبجافة مثل تربة الرق والعرق الرملية والحصوية، وتربة الطاخر (Takgr) الصلصالية وسيروزيم (Sierozem) الحصوية. ونجد ايضا الحزيز المناخي ضمن تربة أعالي الجبال ذات التراكم الذبالي في المسكة العليا. وهناك عدة أنواع من التربة الناشئة ذات المركب الماص المشبع بخلاف الحزيز نذكر منها :

2 . 1 . 3 **تربة الشرساء** (Rendzine) : الشرساء لفظ بولوني يعني التربة الفرعية التابعة للتربة السوداء والتي تتقاطع معها بحكم ميلادهما من تربة الكلس الغنية بكاربونات الكلسيوم.

وتربة الشرساء قد تكون من النوع النطاقي حيث نجدها في المناطق الاستوائية وفي المناطق المعتدلة، وقد تكون من النوع اللانطاقي عندما تتدخل عدة عناصر منها الطوبوغرافية والجيولوجية والمناخ الشيء الذي يشجع التعرية او التراكم والغسل او الغمر المائي . . .

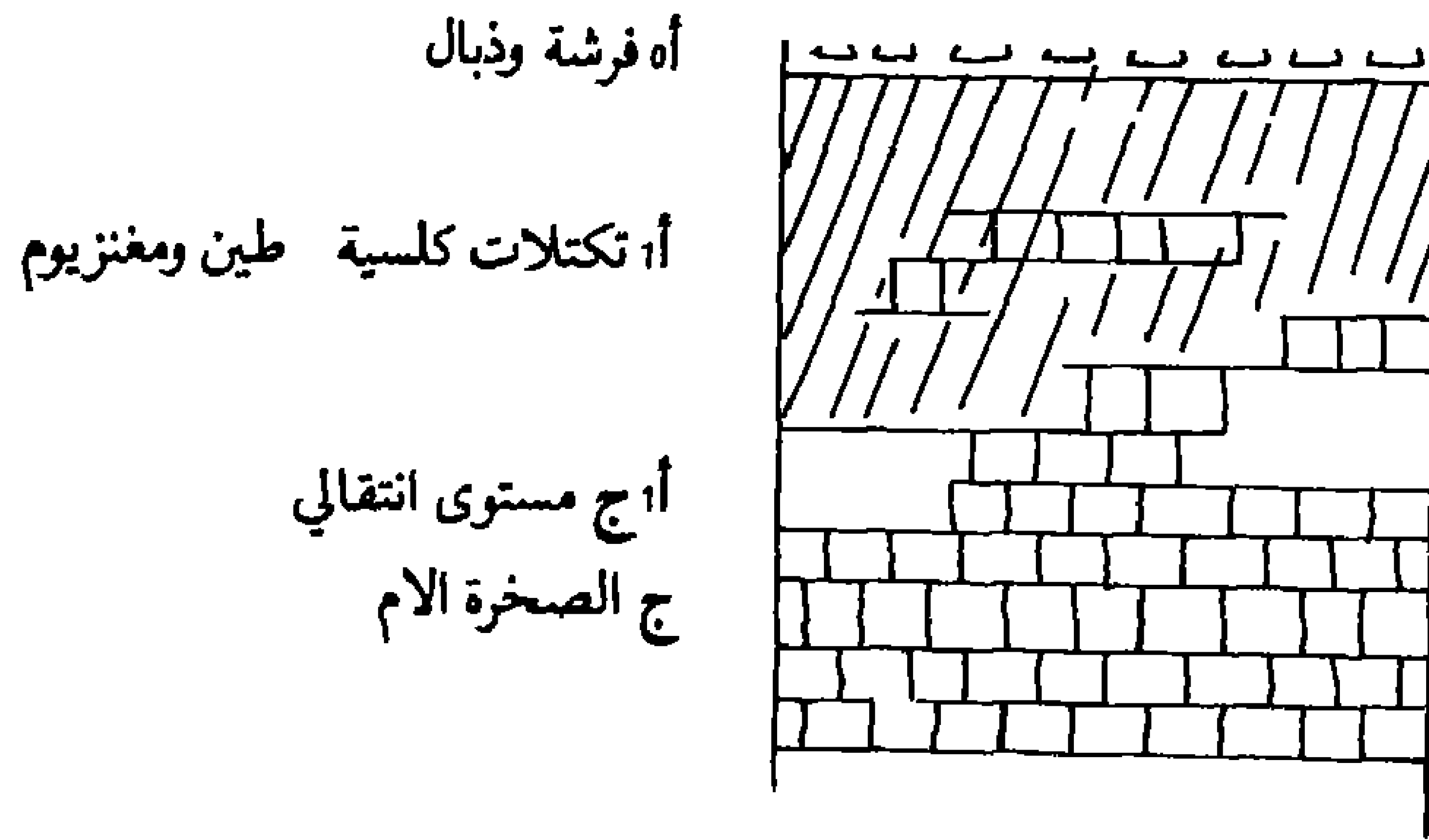
والشرساء تربة ضعيفة السمك رمادية اللون مشتقة من اصل كلسي رطب ذات بنية محبحبة نشيطة بيولوجيا، وهذا هو النوع النموذجي من تربة الشرساء لان هناك انواعا اخرى متميزة : منها ما يمثل مرحلة الانتقال الى التربة السمراء الغابوية، ومنها النوع الذي ينشأ فوق الكلس الصلب خصوصا في المرتفعات حيث يطلق عليها اسم شرساء المرتفعات السمراء والتي تتكون من نسبة كبيرة من المادة العضوية ومن خليط كلسي ـ ذبالي ضعيف اي ان المركب الماص غير مشبع بالكلسيوم.

يتكون النوع النموذجي للشرساء (magnisio-calcique) **من مسكتين أساسيتين في غياب مسكة الاستقبال (ب) :**

أ ـ *المسكة العلوية* (أ) وتشتمل على مستويين :
ـ مستوى الفرشة النباتية الضعيفة السمك والتي تتأثر بتدخل التعرية (أه) ؛
ـ المستوى (أ1) وهو الاكثر سمكا وهو عبارة عن خليط من الكلسيوم والذبال ومفتتات كلسية وتكوينات من الطين والمغنيزيوم، وهذا الافق يتميز بكثافة نشاطه البيولوجي وبمركبه الماص المشبع بالكلسيوم من النوع القلوي (Ph = 8).
ب ـ المسكة السفلى (ج) : وتتصل مباشرة بالصخرة الام التي بدأت في التفكك والتحول في جزئها الاعلى الذي يتصل مباشرة بالمسكة العلوية :

الرسم 16

تربة الشرساء النموذجية



3 . 1 . 3 تربات السهوب (sols de steppe) : يتميز هذا النوع من التربة في الغالب بكثافة المادة العضوية وبتشبع مركبها الماص (sols isohumiques saturés) .

ونوع المناخ السائد في مناطق السهوب يساعد على التقليل من تفكك الصخرة الام، كما يقلص من عملية الغسل والذي لا يشمل سوى كربونات الكلسيوم بحيث تظهر في المقطع الترابي مسكة استقبال الكلس وتراكمه، ولهذا فتربة السهوب وكما رأينا بالنسبة للشرساء تنتمي الى الفئة ذات المركب الماص المتطور، وتشتمل على عدة أنواع :

أ ـ التربة السوداء : يطلق عليها بالروسية لفظة تشيرنوزيوم (Chernozium) وتعني التربة السوداء الغنية بالذبال والكلس، والتي تسود في الاقاليم الشبرطبة حيث يزدهر الغطاء النباتي من فصيلة النجيليات (Graminées) التي تتحول في فصل الصيف الى فرشة نباتية سميكة محتفظة ببذورها لموسم الانبات القادم.

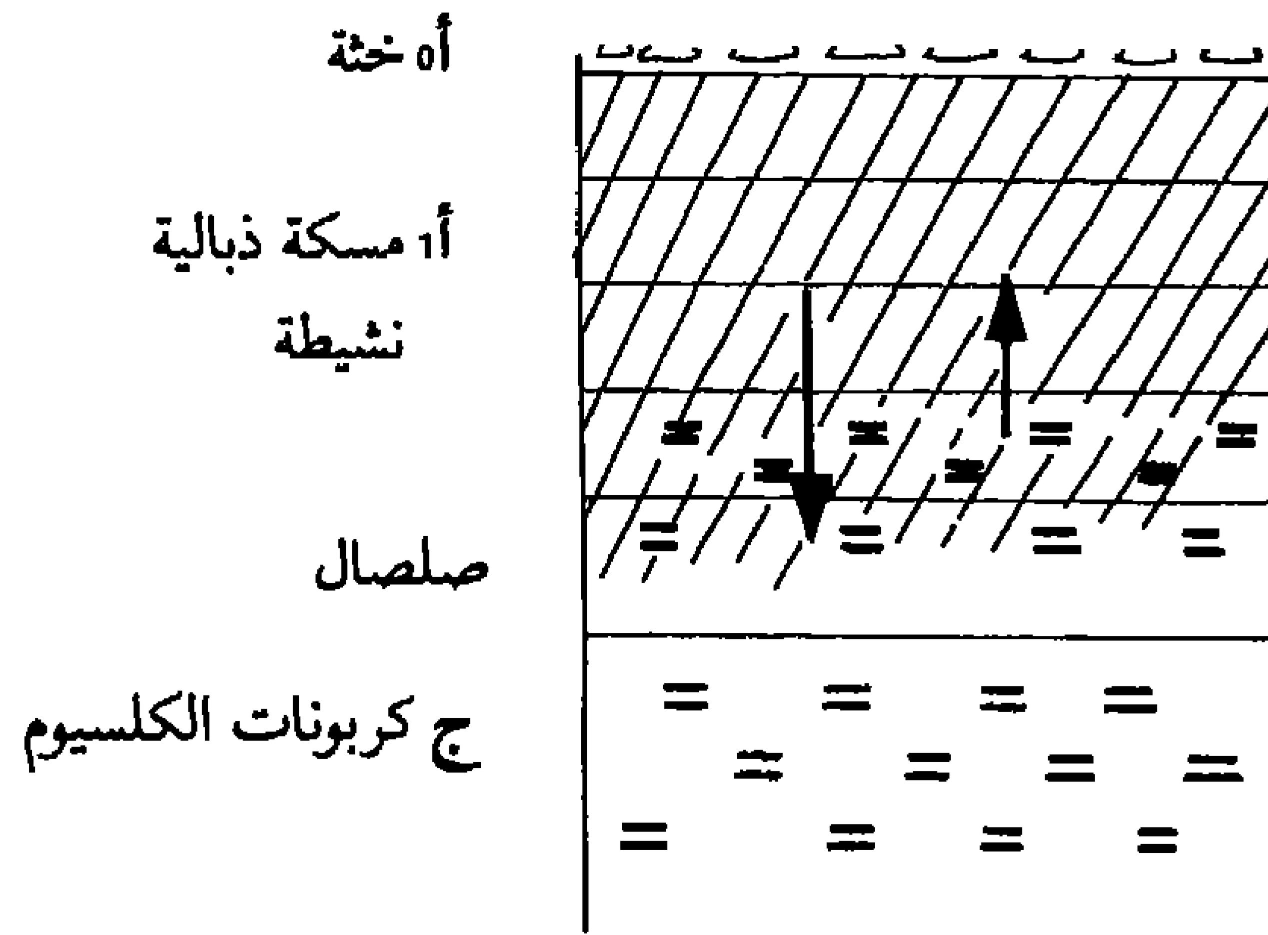
والتربة السوداء تدخل ضمن النمط النطاقي للتربات والذي يمتد على مساحات شاسعة تساير في الغالب خطوط العرض (الاتحاد السوفياتي اوربا الوسطى وامريكا الشمالية، بالاضافة الى الارجنتين واستراليا وجنوب الصحراء الكبرى الافريقية وهضبة الدكن الهندية . . .).

وبفعـل توازن صبيب التساقطات وسيادة الحرارة وكذا تراكم الذبال وتركز الكلس، يتميز المقطع الترابي للتربة السوداء بانسجام المسكات ووضوح معالمها والتي لا تتعدى اثنتين :

- مسكة علوية : والتي تمتد على عمق 100 سنتم فأكثر تتكون بدورها من طبقتين :
  . الفرشة النباتية التي تتحلل بسرعة مما يفسر ضعف سمكها رغم وجودنا في بيئة بيومناخية تكثر فيها الاعشاب.
  . طبقة (أ1) وتمتد على عمق 50-60 سنتم لونها اسود بنيتها محبحبة (الذبال الكلسي) ؛ ونظرا لانعدام عملية التصويل النازل فإن مركبها الماص جد مشبـع ودرجـة الحموضة لا تقل عن 7؛ هذا بالاضافة الى كبر مساميتها وتوازن طاقة احتوائها واحتفاظها للماء.

- مسكة سفلى (ج) اقل سمكا من العليا وتعد مرحلة انتقال بينها والصخرة الام الكلسية التي يخضع اعلاها لعملية التفكك والتحول. وعلى العموم فالتربة السوداء متوازنة البنية والنسيج :

الرسم 17 التربة السوداء

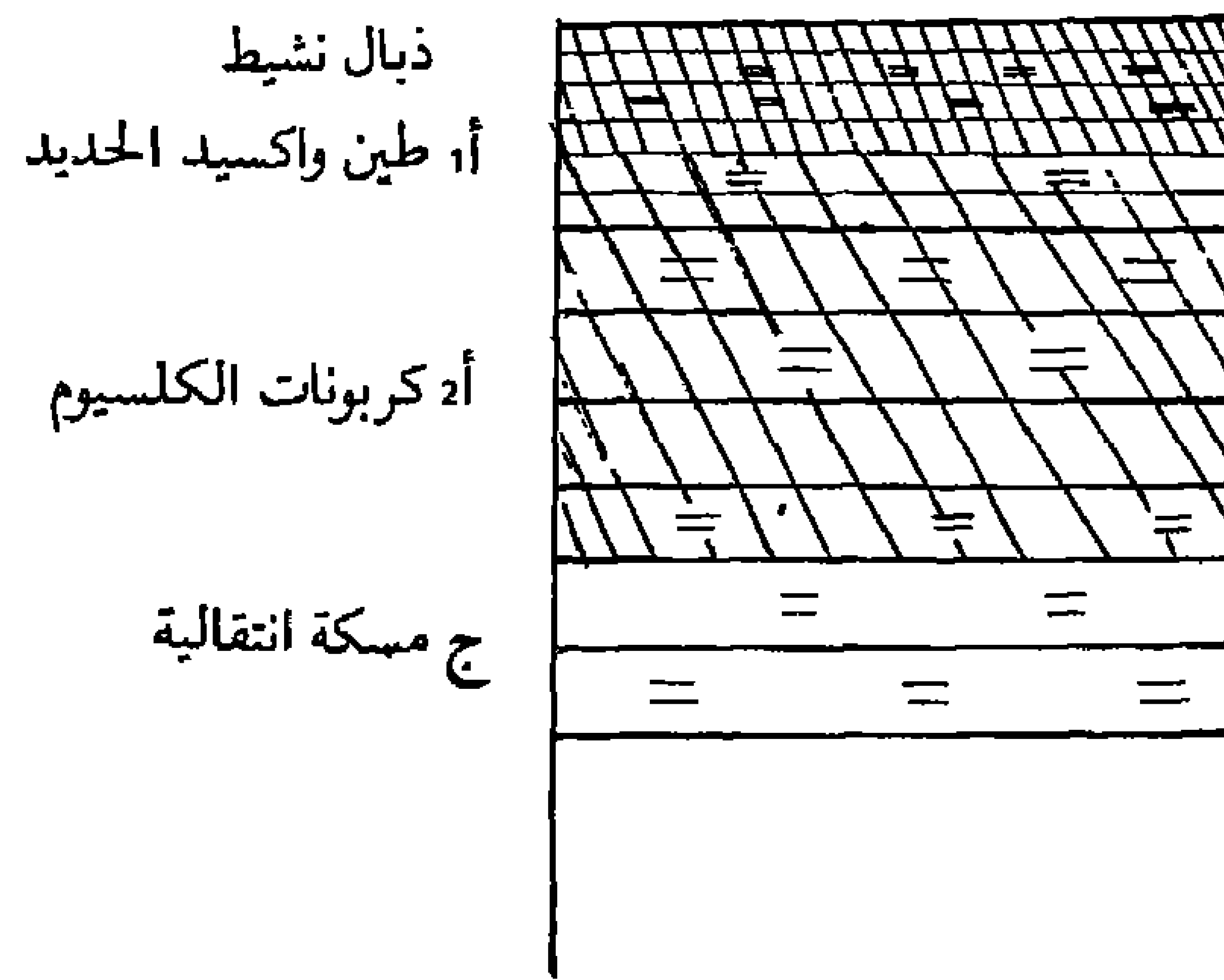


ب - التربة الكستنائية (sol châtin) : وتسود في مناطق السهوب الاقل مطرا والاكثر حرارة من بيئة التربة السوداء (250 - 330 ملم في البيئة الاولى و350 - 450 في البيئة الثانية).

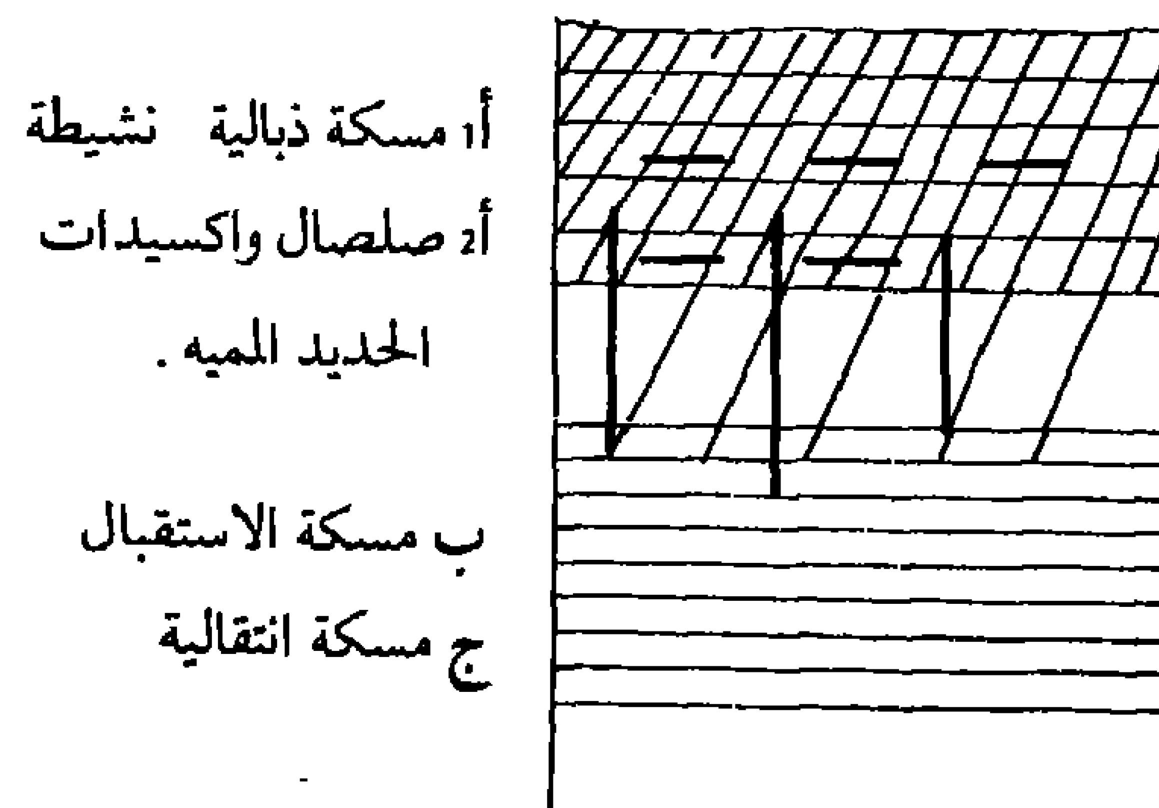
يسبب ضعف الغلاف النباتي في ضعف الفرشة النباتية والمواد العضوية، كما تسبب قلة المـاء وارتفـاع مستوى التبخر في ضعف نشاط عملية الغسل والنزوح الكربوناتي نحو الأسفل مما يسبب في ظهور مسكة التركز الكربوناتي الواضح (أ2)، واعطائها لونا كستنائيا يعزى لوفرة ونشاط الذبال الجيري (Humus calcique).

ويوجد هذا النوع من التربة تقريبا في جميع القارات (22) على شكل اشرطة ونطاقات بجوار تربة تشيرنوزيوم السوداء ؛ ميزتها الاخرى انها تمثل منطقة انتقال من التربة السوداء الى تربة البراري ذات اللون المغلوق والملون (امريكا الشمالية) حيث يتدخل في اعطائها هذه الخصائص ارتفاع في كمية التساقطات وفي درجة الحموضة (Ph = 5 , 5 ـ 6) وكذا في غسل المسكات العليا وظهور مسكة استقبال سفلى (بـ) ويطلق عليها اسم تربة البراري (Brunizem) والخصوبة الكيماوية والبيولوجية تشبه التربة السوداء الا ان طاقتها لاختزان الماء مرتفعة :

الرسم 18 — التربة الكستنائية



الرسم 19 — تربة البراري



---

(22) ان الخصائص الفزيوكيماوية والبيولوجية لتربة السهوب الكستنائية ولدت نوعا من التقنيات الزراعية يطلق عليها في الولايات المتحدة اسم الزراعة الجافة (Dry Farming) حيث تُحرث الارض البَوار وتُترك لمدة معينة بدون زراعة حتى تتمكن من اختزان الماء للموسم الزراعي المقبل.

والجدول التالي يلخص حالات التقاطع بين التربات الثلاثة :

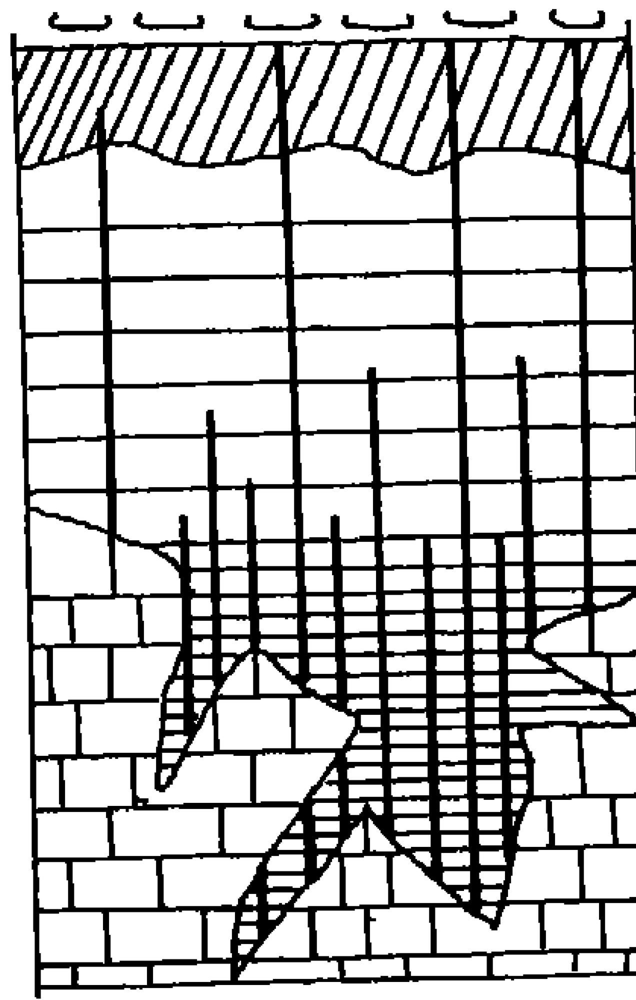
الجدول 4 التقاطعات البيولوجية لتربات السهوب الناشئة :

نوع التربة	التربة السوداء Tchernozium	التربة الكستنائية Sol châtin	تربة البراري Brunizem
نوع المناخ	شبه جاف (350ـ450 ملم)	اعتدال (350ـ550)	شبه جاف (250ـ300)
نوع النبات	سهوب متوسطة	براري	سهوب متوسطة
نسبة تركز المادة العضوية	5 ٪	اكثر من 5٪	2,5 ـ 4٪

ج ـ التربة الحمراء المتوسطية : (sol méditerranéen) : تمثل نوعا آخر من انواع التربة الجيرية. تتميز بكونها تتركز في مناطق مناخية معينة (البيئة المتوسطية) وتتشكل من جيوب داخل بقايا صخرية جيرية، وهي تربة طفلية وغنية بالصلصال وفي الأسفل بمركبات الحديد والالومينيوم والسيليكون ؛ تتميز ايضا بتمركزها فوق جيوب من التيراروسا (Terra Rossa) التي تعد من الترىبات الموروثة الخليفة (sols relictes) سادت في فترات مناخية أكثر رطوبة وحرارة من الحاضر، وتعتبر بمثابة الصخرة الام بالنسبة للتربة المتوسطية الحمراء :

الرسم 20

التربة المتوسطية



3.2 الترىبات المتطورة (Sols évolués) :

اول ما يميز الانواع الترابية المتطورة هي مقاطعها التي تشتمل على ثلاث مسكات بارزة المعالم خلافاً للانواع الناشئة او البطيئة التطور (3.1). وان كانت هذه الترىبات تجمع ضمن الفئة المتطورة فإنها تختلف فيما بينها باختلاف مركبها الماص ومستوى حموضتها ودرجة نشاط ذبالها وطريقة نزول المعادن وذوبانها وخصوصا نظام وكثافة واتجاه تنقلها عبر المسكات، وحسب العوامل الخاصة المساهمة في نشأتها كالماء والاملاح . . .

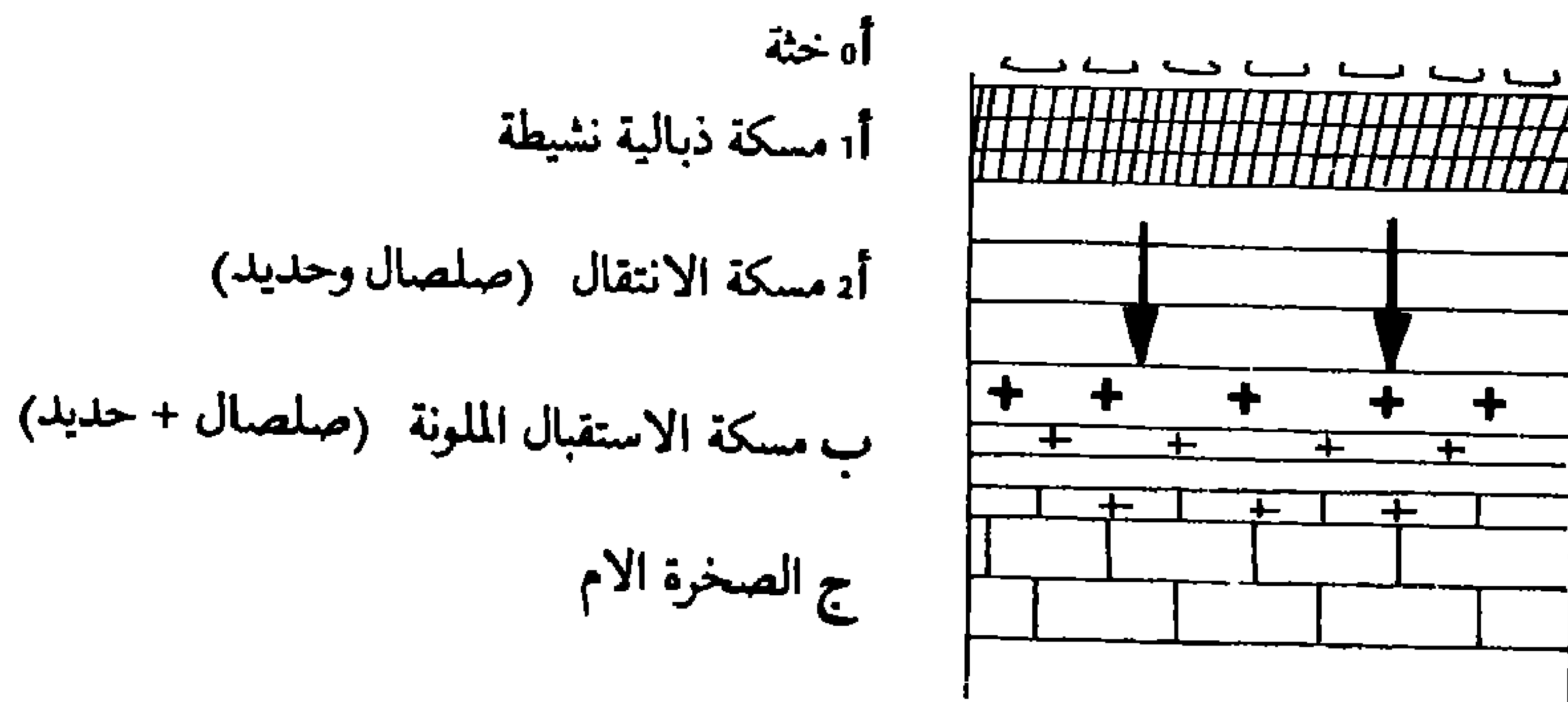
3 . 2 . التربة السمراء الغابوية (sol brun forestier) : تنتمي هذه التربة الى الفئة ذي الصبغة «المناخية» في تطورها، حيث تنشأ وتتطور في الغالب في نطاق الغابات المعتدلة النفضية (اوربا الغربية، شمال شرق الولايات المتحدة وشمال شرق الصين. . .).

ونتيجة لوفرة الأوراق المتساقطة والرطوبة المستمرة تتكون فرشة سطحية سميكة من (5 الى 10 كلغ للمتر المربع) والتي تدخل بسرعة في طور التحلل بفعل سرعة تفاعل البكتيريا والقواعد الحمضية التي توفرها الخثة. ويتميز مجال التربة السمراء بخاصية القلوية الغابوية الأقل حموضة، كما يتميز مقطعها بوجود ثلاث مسكات لكنها اقل وضوحا من التربات المتطورة الاخرى خصوصا فيما يتعلق بمسكة الاستقبال.

ولتطور التربة السمراء علاقة وطيدة مع استمرار ظروف نشأتها خصوصا منها انخفاض درجات الحرارة او اعتدالها وكميات الامطار المتساقطة خلال السنة والتي تسبب في غسل المسكة العليا حيث تنزل الكربونات واكسيدات الحديد والصلصال نحو الاسفل بنسب متفاوتة. وهكذا نلاحظ ان التربة السمراء الاقل غسلا والمتميزة بعملية السفع المسيطرة او التسمر (Brunification) تتميز بمقطع ثلاثي التركيب بالاضافة الى الخثة العلوية :

- مسكة (أ1) داكنة اللون حُبَيبية البنية سمكها الذبالي الصلصالي يصل الى 10 سنتمترات، تفتقر للكربونات والصلصال والحديد اللذين نزحت منها نسبة نحو مسكة الاستقبال الملونة.
- مسكة (أ2) ذات اللون الداكن المتميز، اكثر تصويلا من غيرها يسود فيها الصلصال وتعد ممرا بين المسكة (أ1) والمسكة (ب).
- مسكة الاستقبال داكنة اللون هي ايضا بنيتها متعددة الصفحات (polyédrique) غير واضحة في بعض الاحيان (Emoussée) :

الرسم 21 التربة السمراء الغابوية

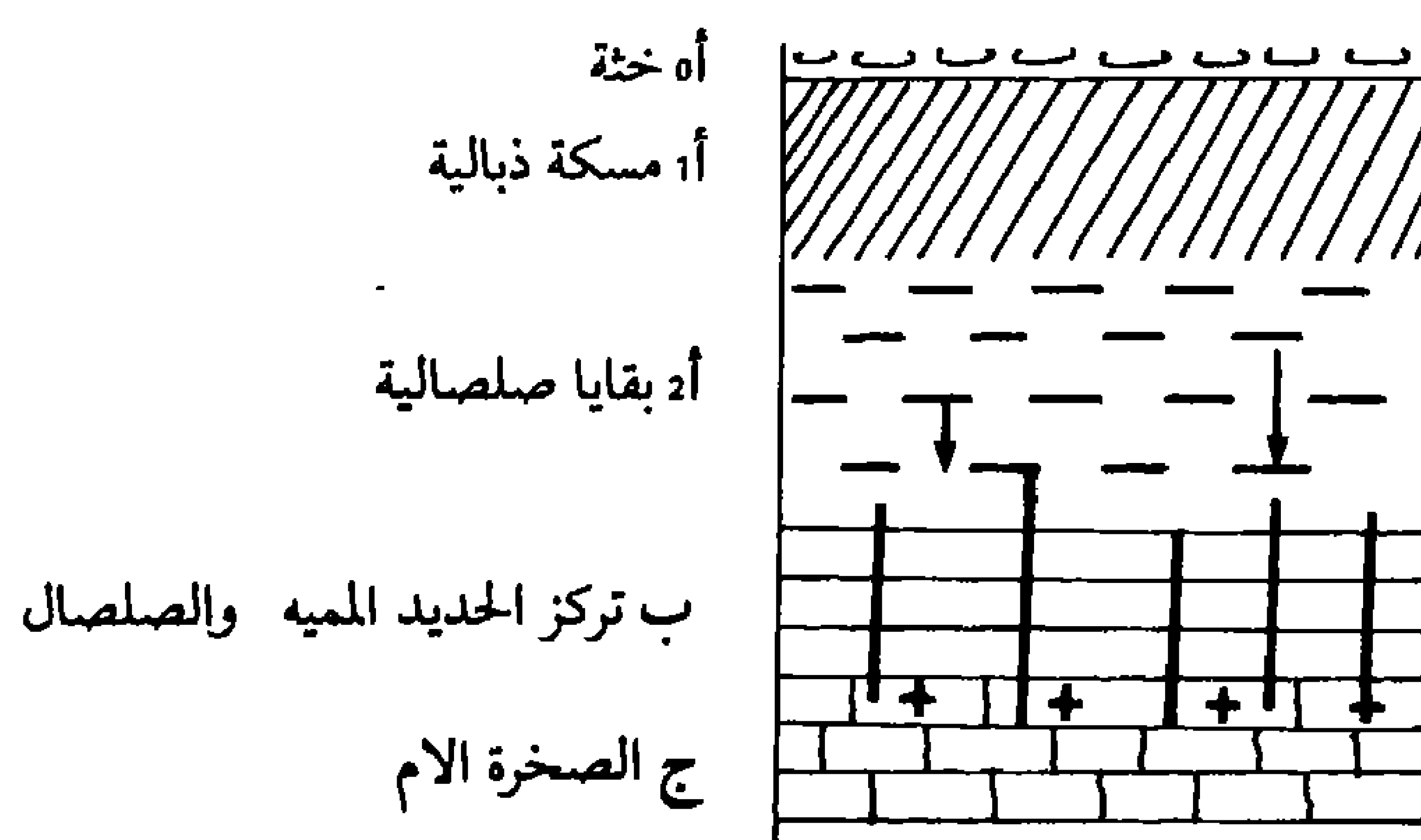


وعندما ترتفع كميات الامطار الشتوية (النطاق المحيطي) تنشط عملية الغسل وتضاف اليه عملية السفع فيقل تركز ايونات التندف (ions floculants) التي تقلل من عملية تبعثر

وتنقل البلورات الصلصالية (23) والتي تنشط في البيئات ذات الحموضة المرتفعة والمتوسطة (Ph = بين 5 ,4 و6).

في حالة التربة الدكناء المصولة تظهر مسكة عليا حامضة مغسولة، ومسكة سفلى اقل تركزا للمواد العضوية واكثر تركزا لأوكسيدات الحديد والصلصال النازحة :

الرسم 22 **التربة السمراء الغابوية المصولة**



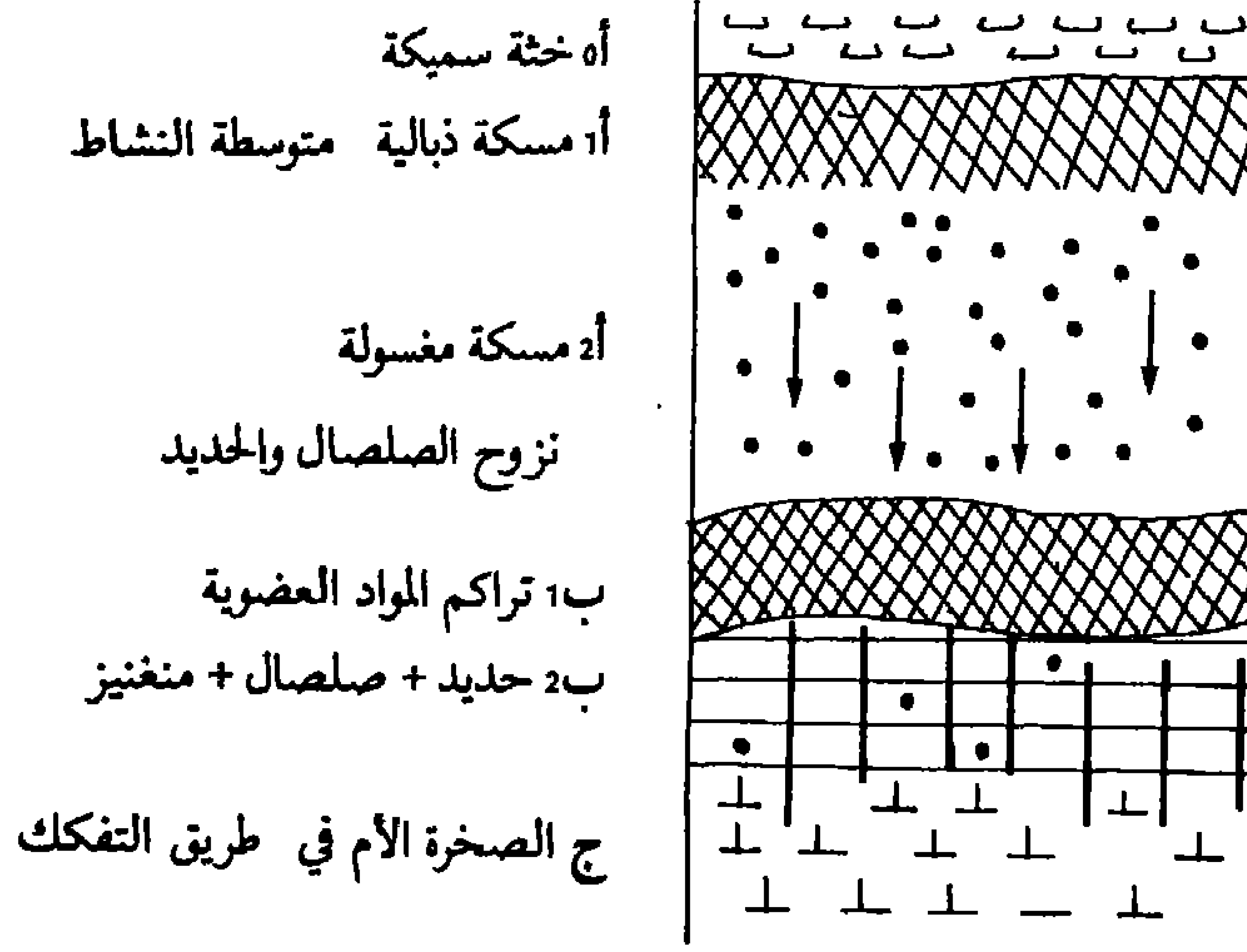
3 . 2 . 2 **تربة الديجور** (Podzol) : البودزول لفظة روسية تعني بلغة دوكوتشاييف التربة الرمادية. وكان هذا العالم اول من درس هذا النوع من التربة ضمن التربات النطاقية المتطورة والتي توازي في توزيعها المجالات النطاقية لغابة الصنوبريات المنتشرة ضمن النطاق المناخي القاري البارد والرطب (24).

تتميز تربة الديجور بسرعة تطورها والتي تصاحب عملية الديجرة (Podzolisation) والمتمثلة في نزوح المركبات الذبالية الجد حمضية نحو الاعماق فتقلل خلال نزوحها من كميات الحديد الحر وتحول من قوام الدبقات المعدنية الصلصالية متسببة في تحرر الألومين والسيليس فيتسرب الكل نحو مسكة الاستقبال.
في مراحل الغسل الاولى تظل المسكات غير واضحة وعندما تنشط عملية الديجرة تتضح معالمها و«ينضج» المقطع الذي يتكون من ثلاث مسكات واضحة ومتميزة اللون والبنية والقوام والتركيب الكيماوي.

(23) ان كميات الصلصال النازح للأسفل ـ وفي حالة تكون الشرائح الالفمائية (pillicules hydromorphes) المبعثرة للبلورات الصلصالية ـ قد تصل الى 60 ـ 75 كلغ في المتر المربع.

(24) ان هذا النوع من التربة يرتبط بالعامل المناخي اساسا (Podzol climatique) . وفي مناطق اوربا الغربية يوجد نوع من تربة الديجور المرتبطة ـ اضافة الى المناخ ـ بعامل حموضية الفرشة النباتية وكذا بنوعية الصخرة الأم التي تتميز بالنفاذية وخصوصا بافتقارها الى مادة الكلسيوم النازح والدبقات الصلصالية الحديدية.

الرسم 23 تربة الديجور المصولة



3 . 2 . 3 التربات البيمدارية (Sols intertropicaux) : يدخل هذا النوع ضمن الفئات النطاقية المتطورة والمرتبطة اساسا بالبيئة المناخية الحارة والرطبة. ويخضع تطورها ـ في طبيعته وحدته ـ بنوعية الصخرة الام ونوعية وكثافة تصريف المياه ومعها المعادن عبر المسكات.

تتميز آليات التحول الجيوكيماوي الرأسي باستقلاليتها عن المادة العضوية السطحية، وباستمرار فعاليتها على فترات طويلة، وهذا ما يميزها عن باقي التربات.

وتمر آليات التحول الجيوكيماوي المسترسل (Altération géochimique prolongée) بثلاث مراحل أساسية :

- تحول نشيط ومستمر للصخور والمعادن الأساسية (Gres, Quartz, Orthose, Muscovite).
- فقدان تصاعدي للسيليس والمواد القاعدية.
- ميلاد تكوينات جديدة (Néoformées) مثل الكاولينيت (Kaolinite).

وتشتمل التربات البيمدارية على نوعين اساسيين :

أ ـ التربة المنحددة (Sol ferrugineux) : تشكل مجالا شريطيا في المناطق المدارية والشبمدارية المتميزة بتعاقب فصلين متباينين : فصل جاف طويل (8 اشهر) وفصل قصير (4 اشهر) ومطير (600 ـ 1000 ملم) (25).

وتتميز التربة المنحددة بانتشار مساحاتها النطاقية : تمتد في جنوب شرق الولايات المتحدة، جنوب الصين، في القارة الافريقية حيث تكون منطقة انتقال نحو التربة المتحددة (Sol ferrallitique) حيث يسود المناخ الرطب الحار بدون فصل جاف واضح.

(25) ان التربة المتوسطية الحمراء التي تنمو فوقها غابة الغيل (Garrigue) تكون ـ في حالة توفر نفس القاعدة الجيولوجية ـ مرحلة انتقال نحو التربة المنحددة من النوع المداري حيث تقل أهمية الفصل المطير امام طول الفصل الجاف والحار.

ان تعاقب الفصلين يؤثر بشكل واضح في قوام التربة المتحددة وتعاقب مسكاتها : فخلال الفصل المطير وإثر تحلل الصخرة الام تتشخص اوكسيدات الحديد، ونظرا لاعتدال التساقطات فإن عملية الغسل والنزوح تظل ضعيفة مما يسبب في تكوين صلصال من نوع الكاولينيت (وهو مزيج من السيليس الذائب وأكسيد الالومينيوم في غياب الألومين الحرة).

وخلال الفصل الجاف تخضع اكسيدات الحديد لعملية التجفيف مما يسبب في تلوينها باللون الاحمر (Rubéfaction) : انها ظاهرة احمرار التربة التي تتميز بها المناطق البيمدارية بصفة عامة.

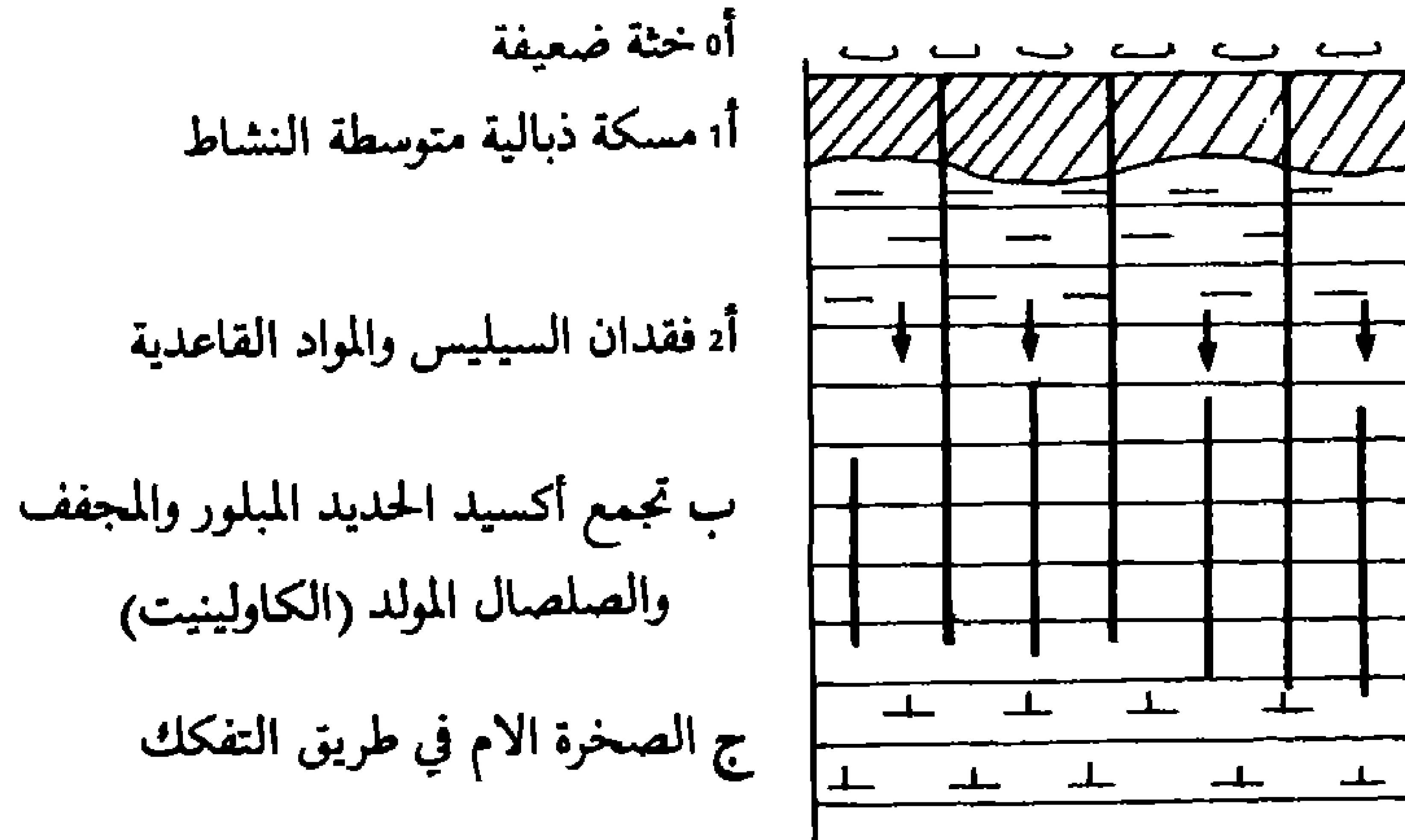
وحسب حدة الاحمرار ومستوى التصلب ودرجة الغسل ذهب المختصون الى إدراج أربعة انواع ضمن التربة المتحددة (26) :

- التربة المدارية الحمراء (Sol rouge tropical)
- التربة المدارية ذات اللون الأصفر (Ocre)
- التربة المدارية السمراء (Sol beige tropical)
- التربة المدارية ذات الدرع المتحدد (Sol tropical à cuirasse ferrugineuse).

والمقطع النموذجي للتربة المتحددة المدارية تشتمل على المسكات التالية :

- فرشة نباتية ضعيفة (أ0)
- مسكة ذبالية متوسطة النشاط (أ1)
- مسكة فقدت السيليس والمواد القاعدية (أ2)
- مسكة تجمع اكسيد الحديد المبلور والمجفف (Déshydraté) والصلصال المولد (Kaolinite) (ب).
- ثم الصخرة الام في طريق التفكك (ج) :

الرسم 24 التربة المتحددة

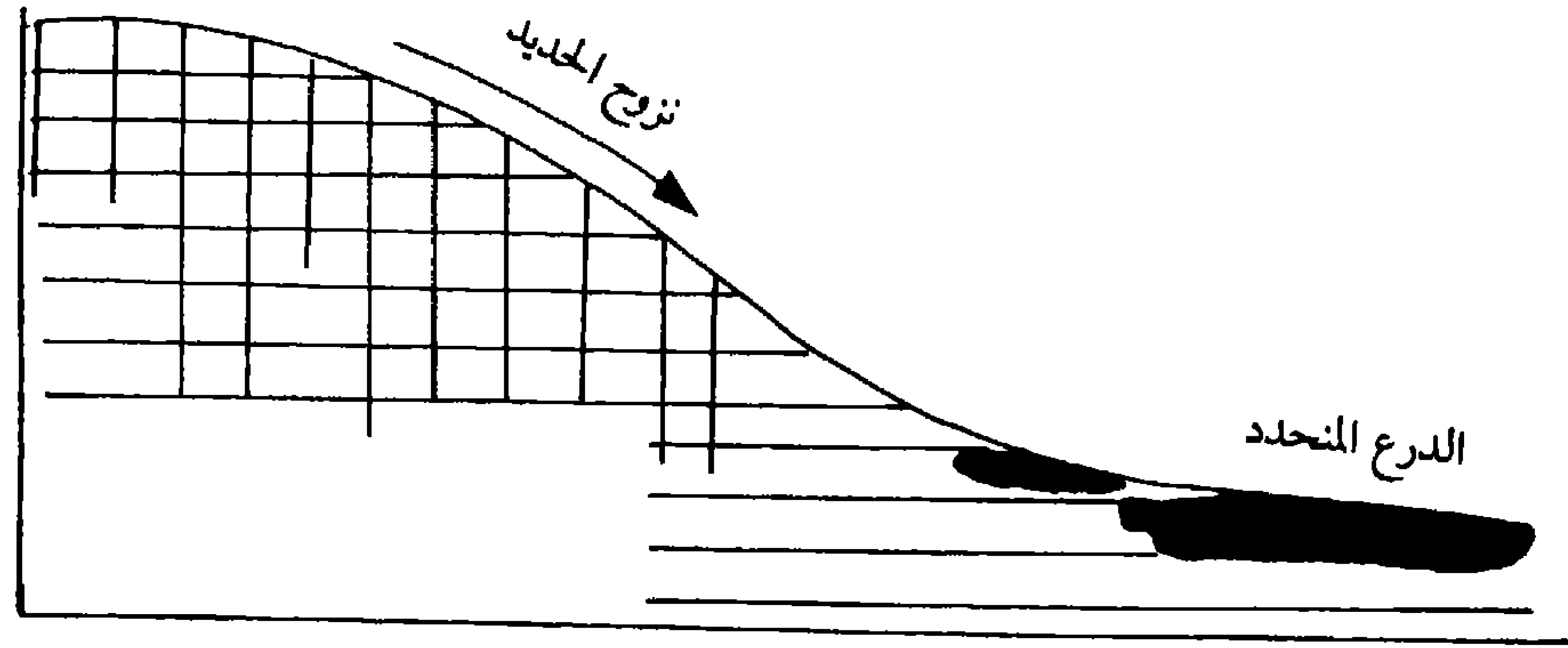


(26) Lacoste (A), Salanon (R) : Eléments de biogéographie et d'écologie., Nathan - Paris 1969. p : 114

ب ـ التربة المتحددة (Sol ferrallitique) : عندما تتقلص فترة الجفاف او تنعدم نمر تدريجيا نحو نطاق التربة المتحددة والتي تتميز بخصائص تمثل المرحلة النهائية لتطور تربة المناطق الاستوائية التي تزدهر فوقها الغابة الكثيفة الدائمة الخضرة فيظهر نوع من التطابق بين الذروة الترابية والذروة النباتية (Cuirasse pédo-végétale).

ان عملية التحدد (27) (Ferrallitisation) والتي تحدث على عمق كبير (قد يصل الى 10 امتار) عملية جيوكيماوية بطيئة وطويلة الأمد (Action géochimique lente et prolongée) قد تصل الى آلاف السنين خصوصا في المناطق المنبسطة المكونة من الصخور الغرانيتية والمتحولة (28)، ولطبيعة الصخور القاعدية أثر في قوام وبنية التربة المتحددة، ذلك ان الصخور القلوية (Roches alcalines) مثل البزالت، تساهم في ميلاد تكوينات قاعدية ذات حموضة ضعيفة أو منعدمة بسبب افتقارها لمادة السيليس (Silice) ؛ وحتى اذا وجدت فإنها سرعان ما تنساق بعملية الغسل نحو الأعماق، مخلفة وراءها الحديد والالومين (29) في غياب تكوين الصلصال (30). اما فوق الصخور الحمضية الغنية بالسيليس (الحث ـ الغرانيت ـ الغنايس) لا تستطيع عملية النزوح نحو الاسفل حمل سوى نسبة ضعيفة من السيليس والباقي يساهم في تكوين صلصال جديد (Argile néoformée).

الرسم 25 تحول التربة البلورية الحمضية في البيئة الاستوائية



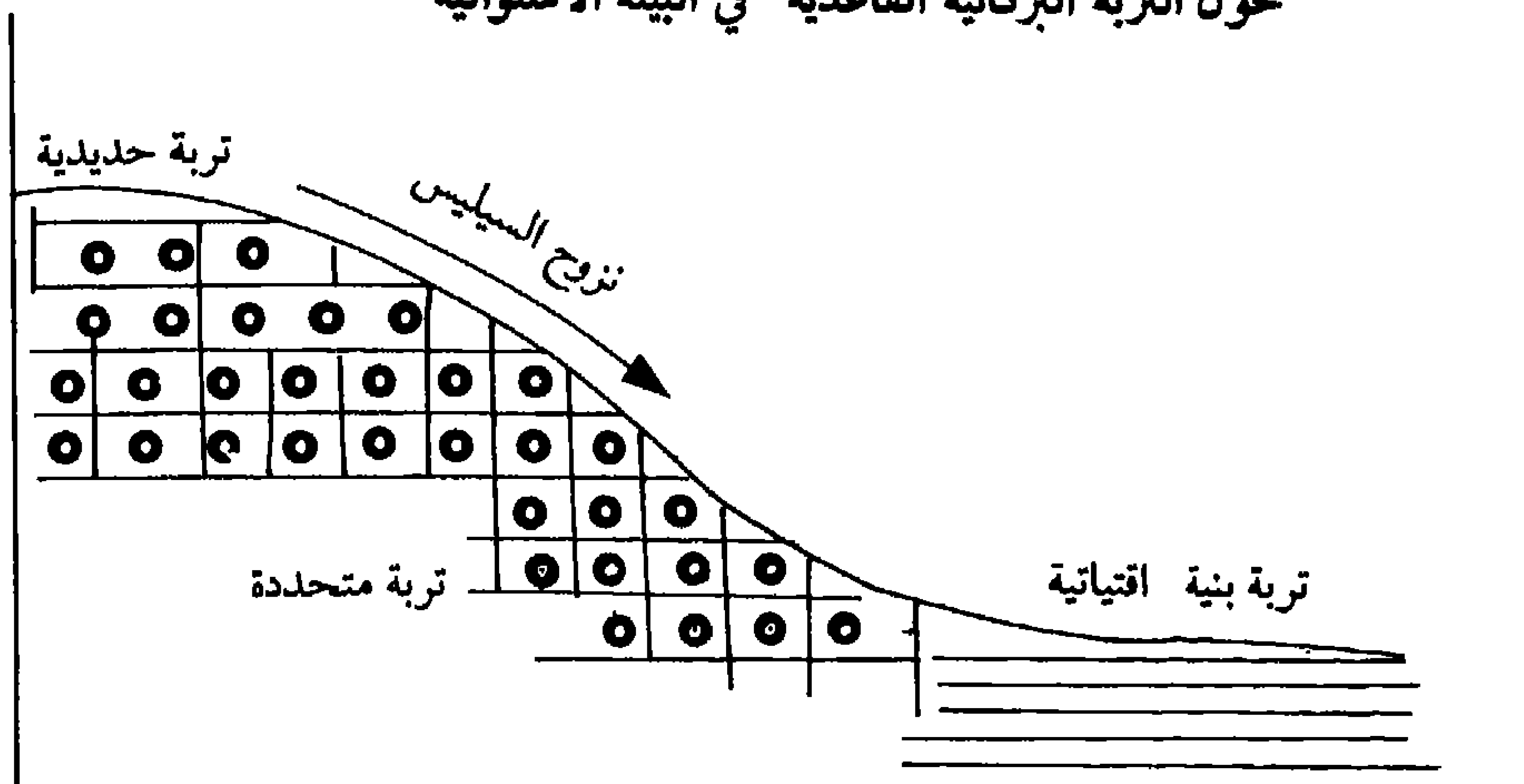
(27) قديما كان يطلق على هذه العملية مصطلح الانعلاب (Latéritisation) وكلمة عِلب (Latèrite) تعني اللون المحمر (couleur brique) والذي يطلق ايضا على آجر من نفس اللون (Brique).

(28) هناك حالات تتعارض مع وتيرة تطور عملية التحدد وتتمثل في المنحدرات التي تساعد على صرف المياه والاسراع من وتيرة التحدد ؛ والعامل الثاني يتمثل في أشكال التعرية المختلفة التي تتسبب في تشبيب (Rajeunissement) ما آلت اليه عملية التحدد من تكوينات متميزة.

(29) ادى تفاعل الظروف المناخية والجيولوجية مع عملية التحول الجيوكيماوية المستمر الى تكوين مناجم البوكسيت (Bauxite) او اكسيد الالومين (Oxyde d'alumine) التي تحتوي بالاساس على مادة الالومين التي تدخل في صناعة الالومينيوم.

(30) في حالة التجمع للمواد النازحة في منخفض تتوقف عملية التحدد حيث تتداخل الشوارد الموجبة والسيليس الحر والهيدروأكسيدات لتكوين تربة خصبة استثنائية يطلق عليها اسم الصلصال الأسود الإستوائي، وهي تربة من النوع المنقول التراكمي (Sol d'apports alluviaux).

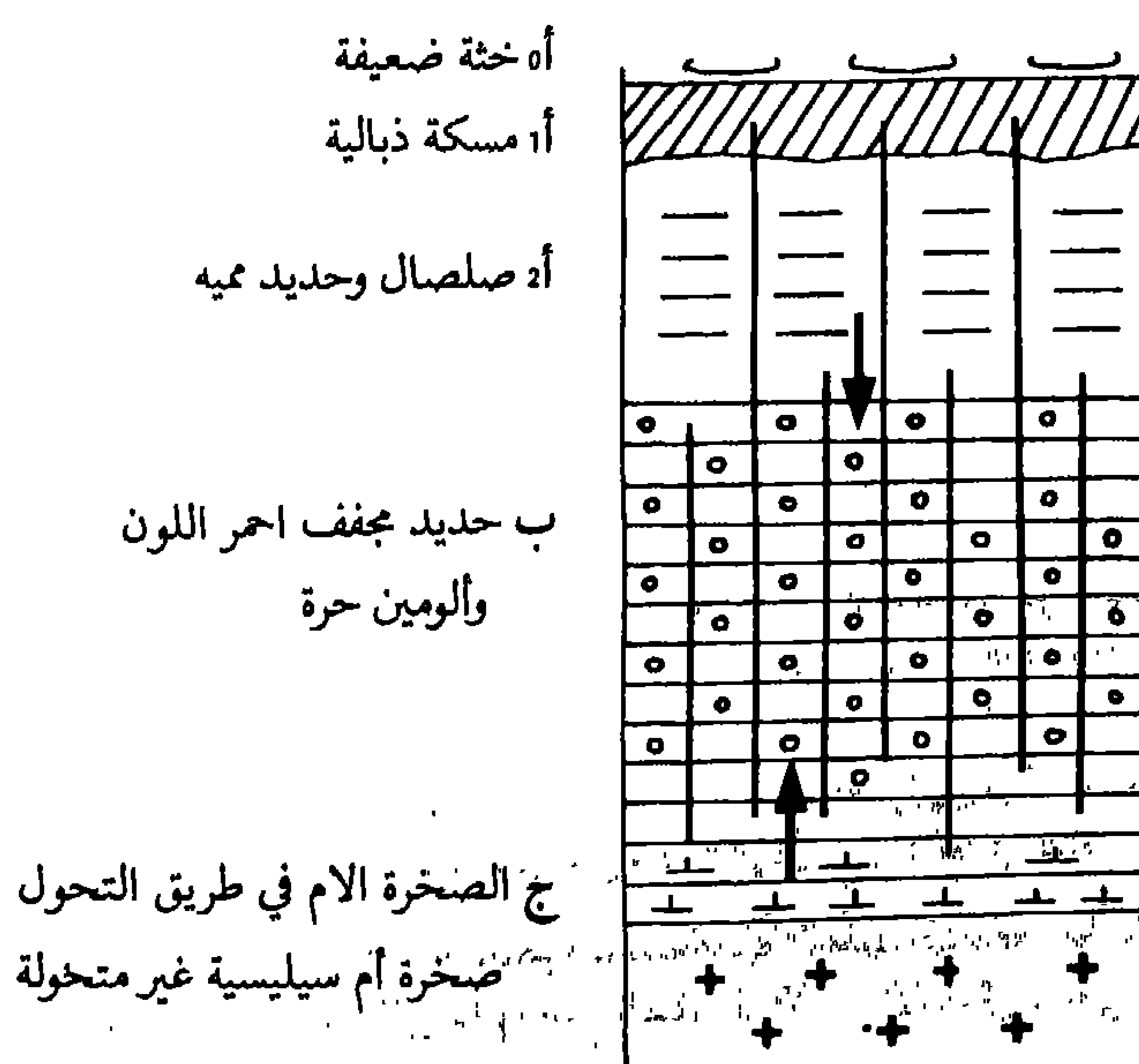
الرسم 26 تحول التربة البركانية القاعدية في البيئة الاستوائية



يتميز المقطع النموذجي للتربة المتحددة باحتوائها لثلاثة مسكات مع سيادة المسكة (أ2) ومسكة (بـ) وفي غياب الفرشة النباتية او ضعفها (أ٥) بسبب تحللها بسرعة بفعل ارتفاع الحرارة والرطوبة على طول السنة :

- أ1 : مسكة ذبالية (ذبال رطب)، ضعيفة السمك، رمادية اللون، متوسطة الحموضة (Ph = 5) ذات مركب ماص غير مشبع .
- أ2 : مسكة ذات لون أسمر فاتح غالبا ما تتكون من رماد ملون بسبب نزوح الشوارد الموجبة كالحديد والالومين، كما تتميز باحتوائها للتعقدات الحديدية الصغيرة.
- بـ : مسكة سميكة ، متماسكة مكونة من صلصال مبقع بالاحمر القاني مزركش بنقط عكرية اللون، وغنية بمادة الحديد والألومين النازلين او الصاعدين :

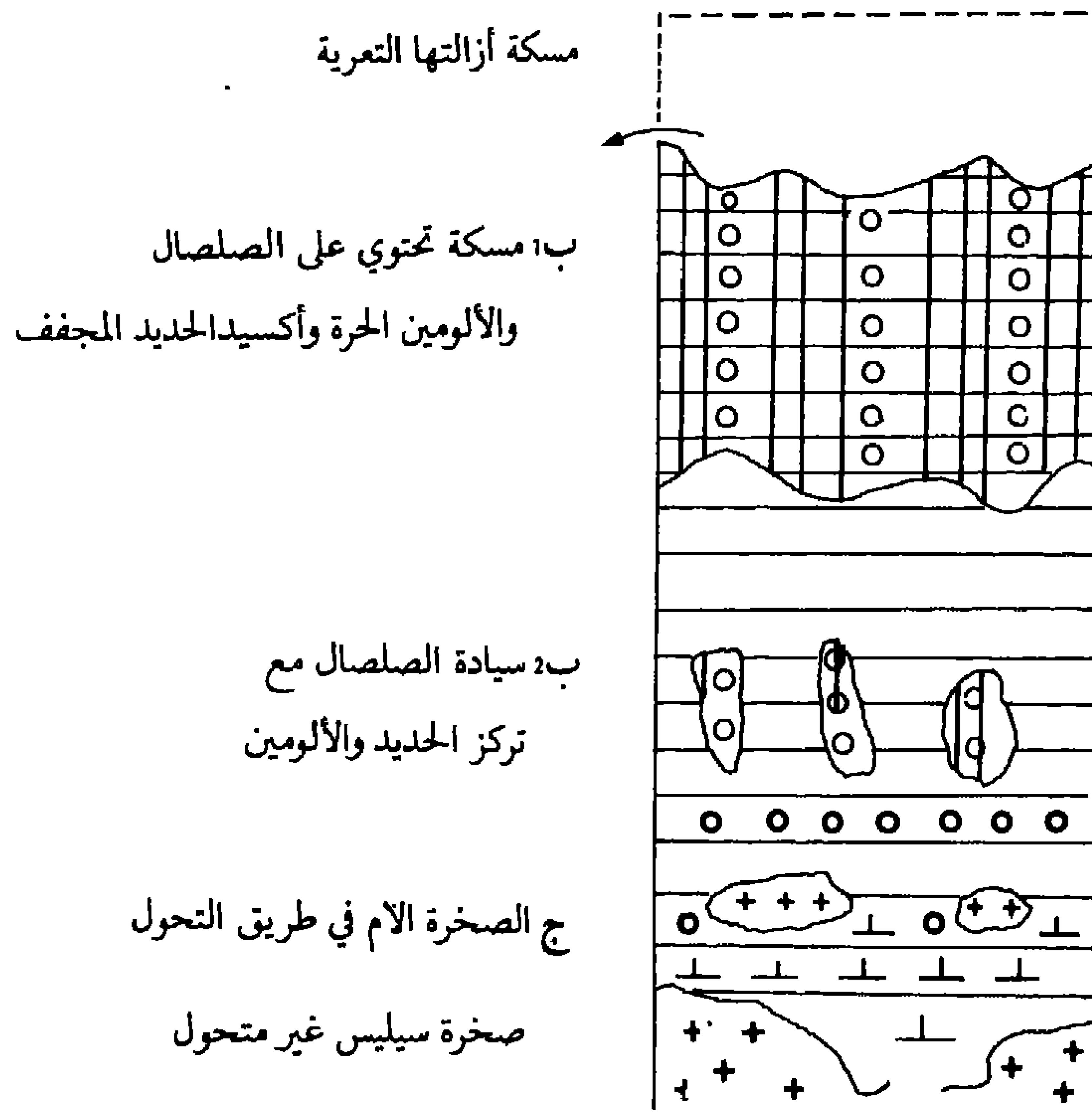
الرسم 27 التربة المتحددة الاستوائية



وفي حالة تحول جيوكيماوي فوق صخرة أم قاعدية مفتقرة الى السيليس (التي تتحد مع الالومين لتوليد صلصال الكاولينيت) تتولد تكوينات نموذجية تسيطر فيها الأوكسيدات الحرة (Gibbsite, Hématite, Geothite) بالمقارنة مع الكاولينيت المولد (Kaolinite néoformé)

وفي حالة استمرار النزوح السيليسي تتكون تربة من نوع خاص تسمى بالفراليت (Ferralite) وهي عبارة عن درع حديدي صلب (Carapace ferrallitique) غالبا ما يساعد الانسان بالحرائق والاستغلال المكثف للغابة في ظهورها وتطورها (الرسم 28) :

الرسم 28 الدرع المتحدد



يتضح مما سبق ان المحيط الباطني للنبات جزء ضروري يكمل المحيط الخارجي وذلك بضمان اختزان الماء وتكوين المواد المغذية. وقد تبين ان العناصر المكونة لهذا المحيط عناصر متداخلة معقدة ومتنوعة ؛ والذي يزيد من تنوعها ويتدخل في تطورها هو تنوع العناصر الخارجية المؤثرة فيها كالنبات نفسه والحرارة والضوء والماء والانسان.

وتداخل وتكامل العناصر الباطنية والخارجية ادى الى توليد مروحة كبيرة لاصناف التربة والتي تعتمد في صنافتها على معايير ومناهج متباينة الشيء الذي يجعل من التصنيف الحالي لانواع التربة في العالم تصنيفا مؤقتا وغير قار يخضع في عدم استقراره وتطوره لما سيأتي به المتخصصون من استنتاجات تعديلية. وللصنافة الترابية علاقة وطيدة مع الصنافة النباتية.

الباب الثالث

الصنافة النباتية

ان القيام بتصنيف النبــات (systématique végétale) يقتضي البحث عن الخصـائص النـوعية والبيولـوجية التي تجمع بين أصناف النباتات أو تفرق بينها. وتصنيف النبات كعلم قائم بذاته - وفي اطار تقاطعه مع العلوم الأخرى - يتطور بشكل ملحوظ ؛ فإذا كانت الصنافة النباتية قد تخطت في تطورها عدة مراحل فإنها علم حديث حيث أنه لم يكن علما قائما بنفسه قبل القرن السادس عشر (1) : فخلال هذا القرن ظهرت محاولات إضافية اتسمت بنوع من العقلانية في المنهاج والاستنتاج (Charles de L'Ecluse-de Lobel) ؛ وقد تطور ذلك خلال القرن السابع عشر على يد (Pitton de Tournefort) ، وخصوصا خلال القرن الثامن عشر على يد Desfontaines, Lamarck, Adanson, Carl von Linné .

وقـد اعتمـدت ابحاث ودراسات القرن التاسع عشر على مناهج علمية متطورة اعطت نفسا جديدا لعلم الصنافة النباتية خصوصا على يد :

Antoine Laurent (1836 - 1748)
Humboldt (1859 - 1769)
Bonpland (1858 - 1773)
Candolle (1841 - 1778)

وقد وُضِعت حاليا مناهج علمية مختلفة ودقيقة اعتمدت على التطور العلمي والتكنولوجي الشيء الذي احدث في علم الصنافة انقلابا جذريا. ومن جملة هذه المناهج نورد :

- علم الخلايا الصبغية النباتية (cytologie chromosomique) ،
- التكون التشكلي التجريبي للنبات (morphogénèse expérimentale) ،
- التحليل الايكولوجي للنبات (Analyse écologique) ،
- البيولوجية الجُزَيْئِيَّة للنبات (biologie moléculaire) ،
- علم النسالة النباتية (2) (phylogénie Végétale) .

---

(1) قام الباحثون في القديم بعدة محاولات في ميدان التقرب من النباتات وتصنيفها (تيوفراست، أرسطو. . .) تلتها ابحاث لعلماء في القرون الوسطى لعب فيها بعض العلماء المسلمين الدور الطلائعي خصوصا في ميدان النباتات الطبية (Plantes médicinales) .

(2) كلمة عشيرة (Tribu) تقابلها باللاتينية كلمة (Phylum) وهي بدورها مشتقة من اصل يوناني (Phulê) . ومن الكلمتين جاء مصطلح (Phylo-gènie) وهو علم يدرس خصائص النسالة النباتية من زاوية العلاقات التي تربط بين مختلف الفصائل وتوحدها داخل عشيرة معينة.

لقد توصلت الابحاث الى ضبط ما يقرب من 380.000 صنف من النبات رغم صعوبة وتعقيد هذا النوع من «الاحصاء» حيث يبدو انه من الصعوبة بمكان القيام بدراسة دقيقة لعشيرة نباتية لمحيط معين الا اذا تم ضبط جميع النباتات التي تتشكل منها.

وعلم الصنافة يشتمل على مستويَين اساسيَين، المستوى النوعي والمستوى المرفولوجي.

الفصل الاول

التصنيف النوعي للنبات

لقد كان Carl von Linné (3) اول من اعتمد منهاج تسمية النبات باسم لا تيني ثنائي التركيبة (Dénomination binominale) : الجزء الاول يشير الى الجنس (Genre) والثاني يشير الى الصنف (Espèce) ، مثلا السنديان القطني (Chêne tauzin = Quercus Tozza) :

- السنديان : يشير الى الجنس.
- القطني : يشير الى الصنف.

1 ـ الصنف والجنس

الصنف هو الوحدة النباتية الأساسية المعتمدة في تصنيف النبات ؛ ووحدة الصنف تشبه الطبقة في التعاقب الجيولوجي (Etage) . والنباتات من نفس الصنف تشتمل على خصائص فزيولوجية متشابهة ومتوارثة باستمرار (4) .

ويظم الجنس عدة أصناف، ويعد بمثابة العصر في الترتيب الجيولوجي (Ere) .

والتسمية التي اعتمدها «ليني» يشير الجزء الاول منها الى جنس النبتة والجزء الثاني يشير الى الاصناف التي تتفرع عن الأصل :

الجدول 5 : تفرعات نوعية من جنسيْ السنديان والبلوط (quercus)

المقابل بالعربية	التسمية باللاتينية	التسمية المتداولة
سنديان قرمزي	Coccifera	Chêne Kérmès
سنديان لا عنقي	Sessiflora	Chêne sessile
سنديان ذنيبي	Pedonculata	Chêne pédonculé
سنديان قطني	Tozza	Chêne Tauzin
بلوط فليني	Suber	Chêne liège
بلوط أخضر	Ilex	Chêne vert

(3) رغم ان التصنيف الذي جاء به Linné قد أصبح متجاوزا منذ القرن التاسع عشر، فإن المنهاج المتبع من طرفه (méthode linnéenne) قد ساهم بجدية في دفع عجلة علم الصنافة النباتية.

(4) من هذه الزاوية لا يجب تصور الأصناف النباتية المتشابهة ثابتة في تطورها المرفولوجي بحيث يمكن ان تتطور في اتجاه أو آخر وذلك اما بالتطور التدريجي او بتحول مفاجيء في الجينات والكروموزومات المتحكمة في فزيولوجية التوارث.

تتجمع الاجناس في فصائل او عائلات (Familles) مثل :

التنوبيات : Abiétacées
الكرميات : Ampélidacées
المزماريات : Alismatacées
البهشيات : Aquifoliacées
الفلفليات : Pipéracées

وتجمع الفصائل أو العائلات في رتب أو فئات (Ordres) مثل :

عديمة التويجيات : Apétales
متحدة التويجيات : Gamopétales
منفصلة التويجيات : Dialypétales
عديمة الازهار : Agamines
عديمة الساق : Acaules
عديمة الاوراق : Aphylles
عديمة الثمار : Acarpes

وتنصب الرتب بدورها في طبقات أو مجموعات (Groupes) .

2 ـ المجموعات النباتية (Groupes floristiques)

وتضم خمسة اقسام رئيسية :

2.1 الوشوم (Protophytes) :

وتشمل النباتات البدائية الوحيدة الخلية (Unicellulaires) مثل البكتيريا (Bactéries) التي تنشط عملية التخمر العضوي، وكذا الطحالب البدائية (ﺯ) التي يقسمها الفزيولوجيون الطبيعيون الى قسمين :

أ ـ طحالب ذات نواة غير واضحة المعالم (Procaryotes) وتشتمل على طبقة واحدة وهي الطحالب الزرقاء (Cyanophycées) منها الوحيدة الخلية والمتعددة الخلايا ؛

ب ـ الطحالب البارزة الخلية (Eucaryotes) وتعد اقدم انواع الطحالب الحقيقية المتعددة الخلايا ؛ وخلافا للقسم الاول فإنها تخضع لعملية التكاثر الطبيعي (Type métaphyte) وتشتمل على عدة مجموعات :

- الطحالب الحمراء (Rhodophytes) وتشتمل على 3500 صنف .
- الطحالب الخضراء (Chlorophytes) وتشتمل على 7000 صنف .
- الطحالب الصفراء (Pyrrophycophytes) وتشتمل على 1600 صنف .
- الطحالب المذهبة (Chrysophycophytes) وتشتمل على 15000 صنف .
- الطحالب السمراء (Phéophycophytes) .

(ﺯ) أقدم الطحالب الاحفورية اكتشفت بكندا وتعود لاكثر من مليارين من السنوات (Précambrien) ، وحسب علماء الاحاثة (Paléontolo-gues) فإن الطحالب الزرقاء كانت هي اول من انتج مادة الاوكسيجين فوق سطح الأرض.

2.2 المشريات (Thallophytes) :

أصل التسمية جاء من كلمة مَشْرية (Thalle) وهو الجزء الاساسي الذي تتكون منه نبتة الفُطر (Champignon) وبعض الطحالب. وفصائل الفطر (40.000 فصيلة) عبارة عن مشريات تنعدم فيها المادة الخضراء (Chlorophylle) اي انها لا تقوم بعملية التمثيل اليخضوري (6).

والخاصية الثانية ان بعض المشريات تعيش على شكل طفيليات (Parasites urédinales) او فوق المادة العضوية المتحللة (Saprophytes) ، او تعيش داخل امعاء بعض الحشرات او الحيوانات (Trico-mycètes Amiboïdes) .

وهناك عدة انواع من الفطر منها القابلة للأكل مثل : الوسفية المحتشمة (Lépiote pudique) ، الغوشنة (Morille) ، الخشبية المقوقعة (Pleurote en coquille) ، البوليطوس المحبب (Bolet granulé) ، بوليطوس بوردو (Cèpe de Bordeaux) ، الغاريقون (Agaric) ، المثلمة (Tricholome) ، فقع الذئب (Vesse-de-loup) ، القوقع الأصفر (Girolle) ، اللبنية المفلفلة (Lactaire poivrée) ، الوسفية الرثة (Lépiote déguénillé) ، الفطر المرجاني (Russule) ، القلبية (Collybie) .

وهناك انواع عسيرة الهضم مثل : بوليطوس الرعاة (Bolet de bouviers) ، فطر الزبل (Coprin) العقاب (Pholiote) ؛ او غير صالحة للاكل مثل : الوسفية السمراء (Lépiote brun) القبعية (Clitocybe) والهيفية (Hypholome) (7) .

2.3 الحزازيات (Bryophytes) :

وتشتمل على اكثر من 25 000 صنف، ويطلق عليها أيضا اسم الطحلبيات (Muscinées) وهي فصائل نباتية لا ساق لها (Acaules) ولا اوراق (Aphylles) ولا ازهار (Agamines) ، وتشتمل على عدة فصائل مثل الكبديات (Hépatiques) والاشنيات (Mousses) . ويتميز هذا النوع من النبات بحمله لعضو التأنيث الانجابي (Archégone) .

2.4 القنويات (Cryptogames Vasculaires) :

وهي أيضا من الجنس الذي يضمن الانجاب بواسطة عضو التأنيث المميز، وتشتمل بالأساس على مستورات الزهر (Ptéridophytes) أي أنها تخفي أعضاءها التناسلية، وتمثل مستوى أعلى في التطور بالمقارنة مع الأصناف السالفة الذكر حيث تتوفر على جهاز لتثبيتها فوق السطح، كما تتوفر - في غياب الزهر - على الساق والأوراق والجذور، ويعد السرخس (Fougère) احسن ممثل لهذه المجموعة.

2.5 باديات الزهور (Spermaphytes) :

ويطلق عليها أيضا اسم النباتات البذورية (Phanérogames) وتتكون من الساق والجذور والاوراق وتزهرمن اجل الاثمار، وتنقسم بدورها الى قسمين :

2.5.1 **عاريات البذور** (Gymnospèrmes) : من أصل اغريقي (Gymnos) ويعني عريان. وتتميز بحملها لأعضاء تناسلية أنثوية بارزة ؛ وقد ظهرت هذا الفصائل منذ الزمن الاول (Dévo-

(6) لقد ذهب بعض الباحثين الفزيولوجيين (Schwendener) الى ان الطبيعة فرضت نوعا من التعايش والتكامل بين الفطر والطحلب : فالاول يضمن للثاني الماء والاملاح المعدنية، بينما يقوم الثاني بعملية التمثيل اليخضوري فيضمن للفطر السكريات التي يعجز عن «صنعها».

(7) Revue Science et vie, n° 146, Mars 1984 : «Champignons, les Truffes vous aimez ?» (article). p : 128.

nien) تفوق مروحتها 600.000 صنف. وتنقسم الى 3 مجموعات :
- ريشيات الأوراق (Cycadophytes) والتي غالبا ما تكون كبيرة المساحة، الشيء الذي دفع ببعض الفزيولوجيين الى تسميتها بكبيرة الاوراق (Mégaphyllinées)،
- مخروطيات الثمار (Coniférophytes) وهو النوع الذي يعرف بصغر حجم اوراقه (Microphyllinées)، والتي تتحول في بعض البيئات الى قشور او إبر (conifères).
- الرجراجيات (Gnétophytes) وتتميز بتوسط حجم اوراقها والتي تتنوع بتنوع الاجناس وهو الصنف الوحيد الذي يحتوي على مبيض محاط بغلاف رقيق. ويبدو ان الرجراجيات تمثل النوع الوسيط بين عاريات البذور وكاسيات البذور.

2.5.2 كاسيات البذور (Angiospèrmes) :

من اصل اغريقي كلمة (aggeion) تعني الوعاء و (Sperma) تعني البذرة. ومن تسميتها يتضح انها تحمل بذورا مكسوة بحيث توجد متوغلة داخل الفاكهة. وعلى مجموع 380.000 نبات في العالم تغطي كاسيات البذور ما يقرب من 200.000 صنف (برى وبحري) اي ما يعادل 52,4 ٪ من المجموع.

وما يميز كاسيات البذور هو صعوبة تصنيفها بسبب كثرتها وتعدد خصائصها المرفولوجية، وخصوصا بسبب تعقد خصائص تطورها الفزيولوجي.

ومن بين اهم التصنيفات الحديثة والأكثر استعمالا هي محاولة (Bessey) سنة 1915 والتي دعمها وطورها بعده العالم (Hutchinson) خلال النصف الاول من القرن العشرين والذي قسم كاسيات البذور الى مجموعتين كبيرتين :

أولا - ذات الفلقتين (Dicotylodones) : أي أن الفاكهة التي تحوي البذور تشتمل على فلقتين لضمان التناسل والانجاب ومعهما التكاثر. ومن بين هذا النوع نجد النجيليات (grami-nées) والمخشوشبات (ligneux) وهناك من الباحثين من قسم ذات الفلقتين الى ثلاثة فروع حسب شكل وحجم الأزهار (8) :
* عديمة التويجيات (Apètales) حيث لا تتوفر الزهرة على تويجيات ومنها القراص (ortie)، الدبق الطفيلي (Gui)، السوحر (saule).
* منفصلة التويجيات (Dialypètales) وتظم مثلا الورديات (rosacées)، الصليبيات (crucifères)، الشقاريات (Ranunculacées).
* متحدة التويجيات (Gamopètales) وتظم مثلا : الباذنجانيات (solanacées)، الشفويات (Labiacées)، المركبات (Composées).

ثانيا : وحيدة الفلقة (monocotylédones) : ان العمل الذي قام به الفرنسي امبيرجي فيما يخص هذه المجموعة من كاسيات البذور جاء بنتائج في غاية الأهمية : فقد قسم المجموعة الأخيرة الى ثلاث سلالات فرعية (Sous-lignées) :
* السلالة الفرعية الاولى تظم :

(8) ان التصنيف الذي تقدم به الفرنسي (Emberger) مع مطلع الستينات اكتسى صبغة هامة بحيث قسم كاسيات البذور الى 6 سلالات، 5 منها شملت ذات الفلقتين والسادسة شملت وحيدة الفلقة.

المجموعة الأخيرة الى ثلاث سلالات فرعية (Sous-lignées) :

* السلالة الفرعية الاولى تظم :

- السعديات (Cypèracées) مثل : الحلال (Scirpe) ، والسعادى (Laîche) ؛
- العلفيات (Broméliacées) مثل الاناناس (Ananas) ،
- الزنبقيات (Liliacées) مثل الزنبق (Lys) ،
- النرجسيات (Amaryllidacées) مثل النرجس (Narcisse) ،
- السوسنيات (Iridacées) مثل السونس (Iris) ،
- النجيليات (Graminées) مثل الشوفان (Avoine) ،

* السلالة الفرعية الثانية تظم بالاساس عائلات من ذوات الزهور المنفصلة التويجيات (Dialypétales) وتشمل :

- الشقاريات (Ranunculacées) مثل شقائق النعمان (Anémone) ،
- الصليبيات (Crucifères) مثل المنثور (Giroflée) ،
- الخشخاشيات (Papavéracées) مثل الخشخاش (Pavot) ،
- البنفسجيات (Violacées) مثل البنفسج (Pensée) .

* السلالة الفرعية الثالثة تظم مجموعة من النباتات ذات الزهور المتحدة التويجيات (Gamopétales) مثل :

- الخلنجيات (Ericacées) مثل الخلنج (Bruyère) ،
- المركبات (Composées) مثل الهندباء (Pissenlit) .

ويمكن اضافة مجموعة من النباتات تتخذ سلوكا تكيفيا خاصا ومن جملتها نورد :

* النباتات اللاحمة (9) (Plantes carnivores) : مثل النيدمان (Rosolis) والسلوانة الناحلة (Nepenthès gracilis) والندية الخطية (Drosera filiformis) والمدهنة الشائعة (Pinguicula vulgaris) وحشيشة الاباريق (Sarracenia) ذبابة فينوس (Mouche de vénus) والنيلوفر المرأس (Cephalotus) وجرة الشمس (Heliamphora) والفتانة (Darling-tonia) أو الناشرة (Plante Cobra) ، قانصة الذباب (Dionaca) وجارة الماء الحويصلية (Al-bovanda Vesiculosa) (10)

* الآسيات (Myrtales) مثل الكافور (Eucalyptus) .

* الورديات (Rosales) : مثل التفاح (Pommier) البرقوق (Prunier) الاجاص (Poirier) حب الملوك (Cerisier) وتوت الارض (Fraisier) .

* السنفيات : مثل السنط (Mimosa) الوزال (Génêt) الطلح (Acacia) العندم الهندي (Flamboyant) .

---

(9) Science et vie, op.cit p : 134. موسوعة الشباب، العدد 2 الصفحة : 41

(10) بالاضافة الى هذه الأنواع النباتية الآكلة للحشرات هناك نوع آخر «آكل» للنبات (phytophage) ويوجد في نيوزلاندا والبرازيل، ومن بينها : التين البرازيلي (Ficus brasilis) Clusia, Goussapoa, Pourma, Cecropea, rata, Weinmania, Scefflera, Melicutus, Griselinia (حياة النبات : المرجع السابق ص : 191 ـ 200).

* كاسرات الحجر (Saxifragales) مثل كاسر الحجر (Saxifrage) .
* المخلدات (Crassulacées) مثل المخلدة (Joubarbe) .

من خلال ما سبق يتضح ان التصنيف النباتي من الزاوية النوعية الفزيولوجية جد معقد ومتداخل مما دفع بنا للتبسيط وتقريب المهتم بالميدان من أهم الاجناس والاصناف والعائلات النباتية السائدة فوق سطح الارض .

الا ان الاعتماد على الصنافة من هذه الزاوية فقط لا يكفي وقد يؤدي الى نوع من الخلط اذا لم يتم الاعتماد ايضا على الجانب المرفولوجي الذي يعتمد على شكل النباتات وحجمها (11) وخصائص سلوكها خلال تعايشها مع البيئة المحيطة .

(11) مثال على أهمية الاختلاف في الحجم رغم الانتماء الى نفس العشيرة : ان السنفيات تشتمل على 500 6 فصيلة من بينها الفراشيات (Papiliona-cées) والرأسيات (Céphalpinées) والسنطيات (mimosées) كلها تنتسب الى عائلة النباتات البذورية (Phanérogames) ، الا ان احجامها تتباين من النوع الصغير (اللوبياء مثلا) الى النوع الكبير (طلح إفريقيا ...)

الفصل الثاني

التصنيف المرفولوجي

لايمكن للملاحظ التوصل بسهولة الى معرفة الانواع النباتية المكونة لتشكيلة نباتية معينة، بل يتعرف لاول وهلة على النوع السائد بشكله وحجمه الاكثر حضورا قبل التقرب من باقي «العينات».

ويقتضي منهاج الصنافة النباتية المرفولوجية التطرق «للنماذج البيولوجية» وطيفها البيولوجي وكذا طيف التغطية المكمل له.

1 - النماذج البيولوجية ((Types biologiques)

النمـوذج البيولوجي هو نتيجة تراكمات بيومرفولوجية وسلوكية للنبتة خلال دوراتها الانباتية والتي تخضع لظروف البيئة المحيطة بها خصوصا منها عناصر المناخ والتربة ودورة الماء وتدخل الانسان.

وقـد اعتمد عالم النبات الدنمركي RaunKiaër وبعده السويسري Braun Blanquet على العناصر الخارجية والباطنية المكونة للبيئة التي تعيش فوقها النباتات لتصنيفها بيومرفولوجيا (12) ؛ وقد ركز رونكايير في منهاجه على السلوك الذي تتخذه النباتات خلال الفترات الجافة او الباردة، اي حالات التكيف التي تسلكها النباتات في الفترات الصعبة لضمان مواصلة دورتها الانباتية على طول السنة. ومن أهم المجموعات التي جاء بها المنهاج التصنيفي لرونكايير :

1.1 الباديات Phanérophytes :

من تسميتها يتضح انها من اكبر الانواع بروزا وسيطرة ضمن التشكيلة النباتية فوق سطح الارض. وتنحصر مروحة البروز بين 50 سنتمترا و140 مترا. وتدخل ضمن هذه المروحة عدة انواع من الباديات :

- النـوع المخشـوشب (Type ligneux) : ويظم الاشجار الكبيرة والمتوسطة والصغيرة التي تنتج الاخشاب بمختلف انواعها وهدف استغلالها. يطلق على النوع الكبير (Mégaphanérophy-tes) حيث يفوق بعضها 100 متر (السيكويابكليفورينا)، و140 مترا (الكافور الاسترالي). اما النوع المتوسط فيصل الى 25 مترا (Mésophanérophytes). وينحصر طول الباديات الصغيرة

(12) لقد سبق للنباتيين اليونانيين ان صنفوا النبات حسب حجمها وشكلها الخارجي من أشجار وجنيبات وأعشاب . . .

(Microphanérophytes) بين 10 و25 مترا. اما الجنيبات (Arbrisseaux) تنحصر مروحة طولها بين مترين و10 امتار، والنوع القزمي (Nanophanérophytes) ينحصر طوله بين 0,50 ومترين (مثلا الصفصاف القزمي : (Saule nain).

- النوع العشبي (Type herbacé) : ويظم اعشاب المناطق المدارية الرطبة وكذا عصاريات (Suc-culents) المناطق المدارية الجافة والشبه جافة مثل الفربيون (Euphorbe) والصبار (Cactus).
- النوع المتسلق (Type grimpant) : ويشمل النبات المتسلق وذلك باتكائه على جذور الاشجار الاخرى مثل العارشة المتسلقة (Liane) واللبلاب (Lierre).

وأهم ما يميز الباديات فزيولوجيا ومرفولوجيا هي طريقة تكيفها مع فترات البرودة : فمنها ما يسقط اوراقه محتفضا ببراعم بارزة او مختبئة (Bourgeons hibernants) ؛ واخرى تغير من شكل اوراقها التي تصبح على شكل إبر ولا تسقط الا بعد ظهور اوراق جديدة، ويحدث ذلك بالتناوب حيث لا يؤثر في المظهر العام للشجرة.

1.2 القزميات Chaméphytes :

التسمية جاءت من كلمة Chamaï وتعني «القرب من سطح الارض»، يصل متوسط ارتفاعها بَدْأً من سطح الارض الى 25 سنتمترا؛ وهذا النوع ايضا معمر ومخشوشب، الا ان حجمه الخارجي يظل ملتصقا بالارض ولا يتعدى ارتفاعه بضع سنتمرات مثلا الخلنج (Bruyère) والقهام (Myrtille)، والحُماض (Rumex) ؛ وهذا القصر يحفظ النبتة من الرياح والثلوج وعوامل مدمرة اخرى. وهذا نوع آخر من حالات التكيف الفزيومرفولوجي مع البيئة في الخطوط العليا وفي المرتفعات.

1.3 النصف طمير Hémicryptophytes :

كلمة cryptos تعنى مختبيء، وهذا النوع النصف المختبيء يكثر في المناطق القطبية وفي المرتفعات وفي بعض المناطق المعتدلة.

تسمى النبتة نصف طميرة لأنها تظل مختبئة بجسمها بالقرب من السطح او متوغلة في الطبقات العليا للتربة ومغطاة بالفرشة النباتية لتتجنب اضرار عوامل التعرية الجوية وخصوصا انخفاض درجات الحرارة وشدة الرياح. مثال على ذلك : الهندباء (Pissenlit) والقراص (Ortie) خاتم سليمان (Sceau de salomon) وشقائق النعمان (Anémone).

1.4 الطمير Crypto phytes :

وهذا النوع من النبات يسمى ايضا بالأرضي (Géophyte) لان اعضاءه الحيوية تظل مختبئة في باطن الارض خلال الفترة المناخية الصعبة (13) وذلك إما على شكل درنة (Tubercule) كالبطاطس، او بصلة (Bulle) كالياقوتية (Jacinthe) او جذمور (Rhizome) مثل الزنجبيل (Gimgembre) والسوسن (iris). وهذه الاعضاء الدفينة تظل محتفظة بكل المقومات الحيوية التي تؤهلها للإنبات والإزهار من جديد.

(13) بالنسبة للطمير «المائي» (cryptophyte aquatique) فإن اعضاءه الحيوية تظل متسترة في الماء لفترة معينة قبل الدخول في دورة انباتية جديدة (مثلا Eichhornia crassipes).

1.5 البذريات Thérophytes :

كلمة Théros تعني الصيف، والبذريات عبارة عن نباتات حولية تقضي الفترة المناخية الصعبة (الصيف) على شكل بذور صلبة مقاومة تنبت عند سقوط الامطار الخريفية الأولى او ان هي خضعت لعملية السقي.

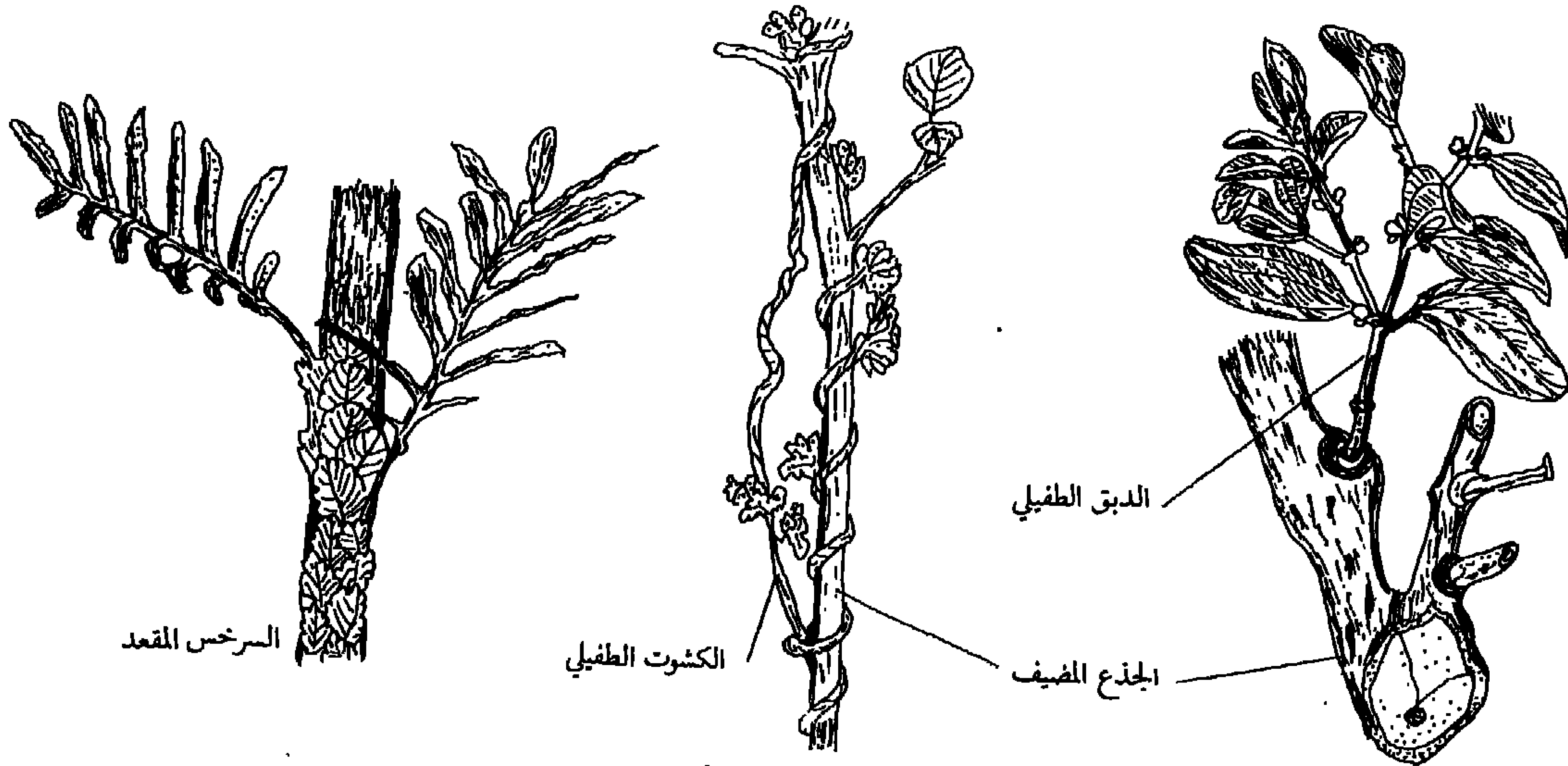
والبذريات تكثر في المناطق الصحراوية (88 ٪ من انواع العشب اليأفوفي العابر : Ephémérophytes.

من مميزات البذريات انها لا تعمر طويلا (non vivaces) ، الا انها تمتاز بدورة حياتية كاملة (Cycle vital complet) ، وفي بعض الاحيان تتم الدورة في فترة زمنية قصيرة : الرقم القياسي سجل لدى بعض يأفوفيات الصحراء التي اثمرت بعد عشرة ايام من إنباتها (14).

1.6 الملازمات Epiphytes :

(كلمة Epi تعني : فوق) ويطلق عليها أيضا اسم الوارش والمقعد بسبب افتقارها لركيزة من الجذور الارضية بحيث تعيش فوق نباتات أخرى ملتصقة بها ملازمة لها كبعض السحلبيات (orchidées) وبعض السراخس (Fougères) ؛ الا ان معظمها لا يعيش من النبتة المضيفة (Plante hôte) وبالتالي فهي لا تعد من الطفيليات (Parasites) . الا انه لا يمكن ابعاد هذا السلوك الطفيلي لدى مجموعة من النباتات الصغرى الغير الملتصقة بالارض (كالاشنة والحزاز وبعض الطحالب) التي تعيش فوق الشقوق الممتلئة بالذبال والمواد المغذية، او تغرس جذورها داخل الجذع المضيف (مثلا : الدبق الطفيلي Gui parasite) (15).

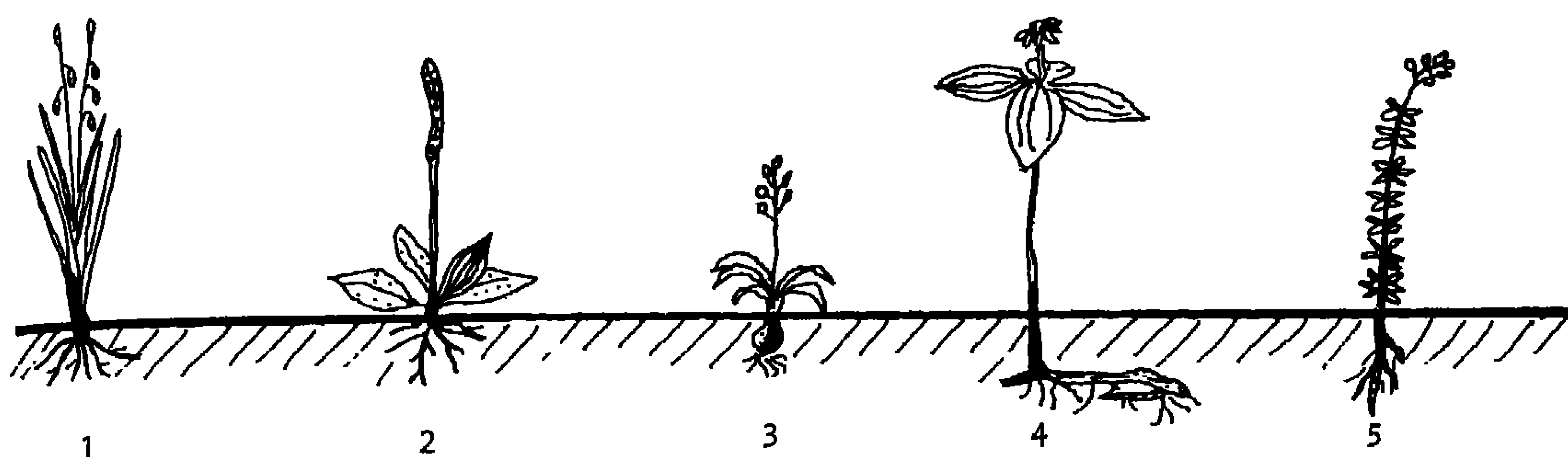
الرسم 29 نماذج من المقعد والطفيلي من النبات



(14) بعض بذور يأفوفيات الصحراء ـ وفي غياب التساقطات ـ تظل مختبئة تحت التربة او الرمال لمدة قد تصل الى 25 سنة في انتظار دورة انباتية جديدة.

(15) لقد توصلت بعض الدراسات الى ان بعض الأشجار الاستوائية تنتج مركبات كيماوية خاصة تستهدف بافرازها جلب الأنواع المتسلقة لتتعايش معها.

الرسم 30 التصنيف المرفولوجي للنبات



	النماذج البيولوجية	أمثلة
1	القزميات	الحماض ـ القمام ـ الخلنج
2	النصف طمير	الهندباء ـ القراص ـ شقائق النعمان
3	الطمير البصلي	الياقوتية
4	الطمير الجذموري	السوسن، الزنجبيل
5	البذريات	النباتات الحولية (الكتان)

ان دراسة النماذج البيولوجية ـ وكما يبدو من التصنيف المرفولوجي للنبات ـ تفيد من زاوية تحديد نسبة حضور وسيطرة بعض الاصناف بالمقارنة مع الباقي داخل تشكيلة نباتية معينة خصوصا خلال الفترة المناخية القاسية.

2 ـ الطيف البيولوجي (Spectre biologique)

ان نسبة حضور الأصناف النباتية تختلف من منطقة لاخرى وتدخل في ذلك التباين عدة اعتبارات : مناخية ترابية، وانتروبوزولوجية (Anthropozoologiques) ؛ وهذا التباين قد يتخذ بعدا عالميا، جهويا ومحليا :

2.1 البعد العالمي :

لقد ذهب النباتيون وعلى رأسهم رانكيير الى تحديد معدلات تتميز من جهة بالتباين وبعدم الدقة من جهة ثانية : فعلى مجموع 1000 فصيلة من النباتات المختارة بطريقة عشوائية جاءت نسب النبات المكون للطيف النباتي العالمي على الشكل التالي :

- الباديات 46٪ ـ القزميات 9
- النصف طمير 26 ـ الطمير 6 (16)
- البذريات 13

(16) نستثني في هذا التصنيف الملازمات المقعدة وكذا النوع الالفمائي (Hydrophytes).

ومن خلال هذه المعدلات يبدو ان الطيف البيولوجي العالمي يتسم بنوع من الشمولية والتعميم الشيء الـذي يبعدنا عن الواقع المسجل داخل التشكيلات النباتية والتي تختلف من منطقة مناخية لأخرى ؛ ومن هنا جاءت ضرورة البحث عن منهجية اخرى لتفادي الغموض والتعميم.

2.2 البعد الجهوي :

ان اللجوء الى تقنية التوزيع الجهوي جاء نتيجة الانتقادات الموجهة لشمولية معدلات الطيف العالمي.

والاطياف الجهوية تختلف وتتنوع باختلاف وتنوع المعطيات المناخية والترابية ودرجة تدخل الانسان والحيوان.

وهكذا حدد علماء النبات مروحة جهوية للطيف البيولوجي :

أ : في المناطق المدارية حيث ترتفع الحرارة والرطوبة على طول السنة (غياب الفترات القاسية) يسجـل حضـور واضـح للباديات وكذا الانواع الملازمة لها (في غابة غويانا الفرنسية سجل بالترتيب : 88٪ و22٪) ؛ مع الاشارة الى ان معظم الباديات تتشكل من الاشجار الدائمة الخضرة.

بـ : في الغابات المعتدلة حيث تتعاقب الفصول الاربعة مع الاختلافات المطرية والحرارية يسجل تراجع في نسب الباديات وارتفاع في نسبة حضور الطمير والنصف طمير خصوصا في الجهات التي تسجل فيها قساوة المناخ على فترات معينة من السنة.

مثلا في احد غابات المانيا الغربية سجلت النسب التالية :

- 62٪ للطمير والنصف طمير
- 27 للباديات
- 06 للقزميات
- 05 للبذريات.

ج : في المناطق الرطبة الباردة حيث تسود ظروف مناخية قاسية وتتعثر معها الدورة الحياتية للنبات سجل تراجع في نسبة الباديات وارتفاع في حضور الانواع التي تتكيف مع المناخ السائد حيث تنخفض درجات الحرارة وتقوى الرياح ويجمد سطح الارض (17):

- 77٪ للطمير والنصف طمير
- 22 للقزميات
- 01 للباديات.

---

(17) مثل هذه الظروف تُسجَّل أيضا في المناطق الجبلية المرتفعة الشيء الذي يفسر تشابه طيفها البيولوجي مع طيف مناطق الخطوط العليا والمناطق القارية الباردة : في جبال الالب السويسرية (بين 2600 و3100 م) سجلت : 72 ٪ للطمير والنصف طمير، 24,5 ٪ للقزميات و3,5 ٪ للبذريات.

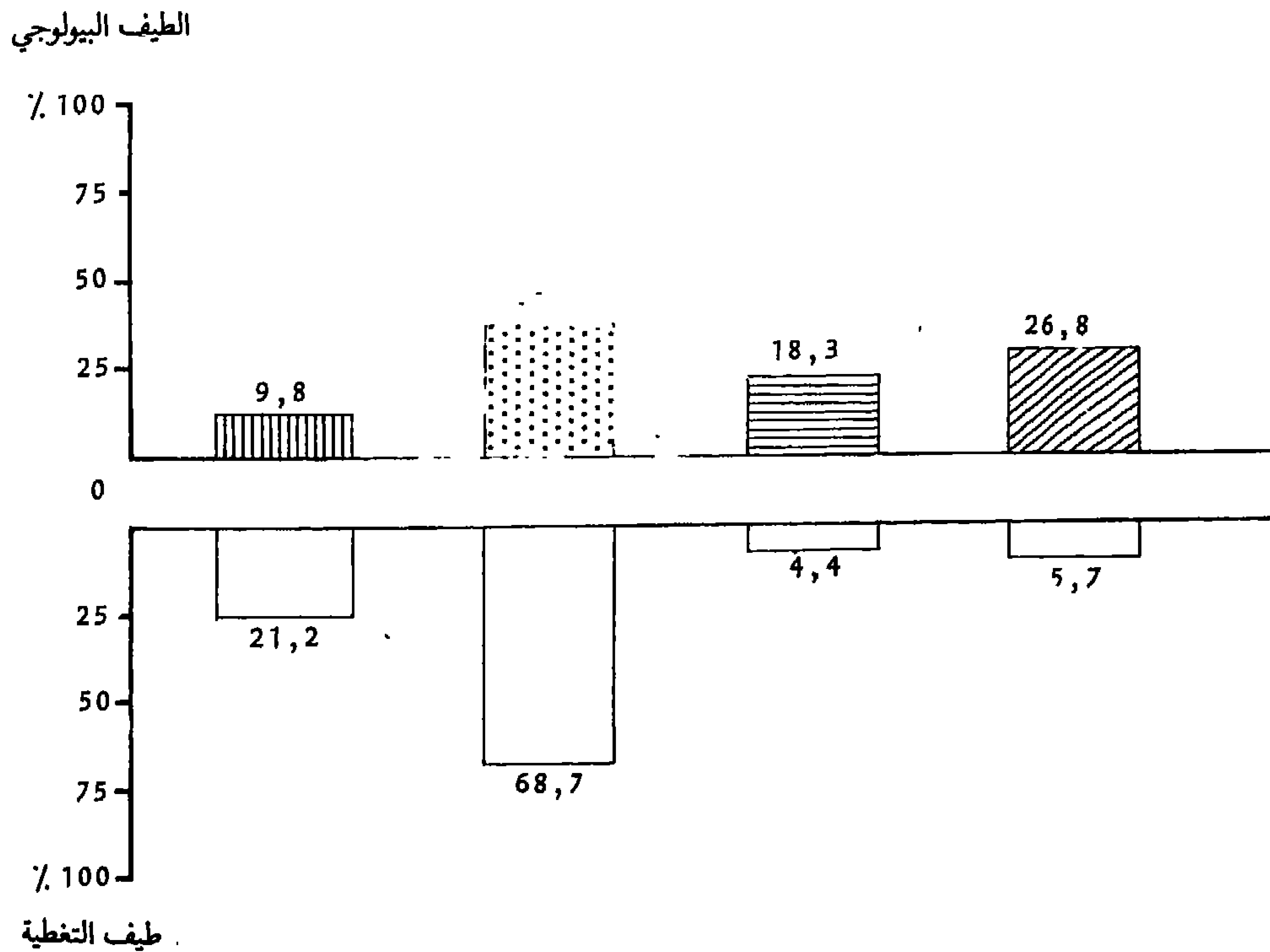
د : في المناطق الصحراوية حيث تسود ظروف مناخية مخالفة لما سبق (الجفاف والحرارة المرتفعة، الامـلاح والرياح الرملية. . .) سجل طيف بيولوجي متميز : سيطرة البذريات والقزميات وبعدها النصف طمير ثم الباديات.

وفي الاخير نشير الى انه رغم أهمية الاطياف البيولوجية في عملية التقرب من بنية ومقطع العشائر النباتية فإنها تظل غير كافية ومغلطة في بعض الاحيان خصوصا وانها لا تراعي المساحة الفعلية التي تحتلها الانواع النباتية في مجال معين، الشيء الذي دفع بالنباتيين لاضافة تقنية بيولوجية اخرى تتمثل في دراسة الانواع النباتية لا من زاوية نسبة حضورها على مستوى الأعداد والحجم ولكن ايضا على مستوى الحضور المجالي :

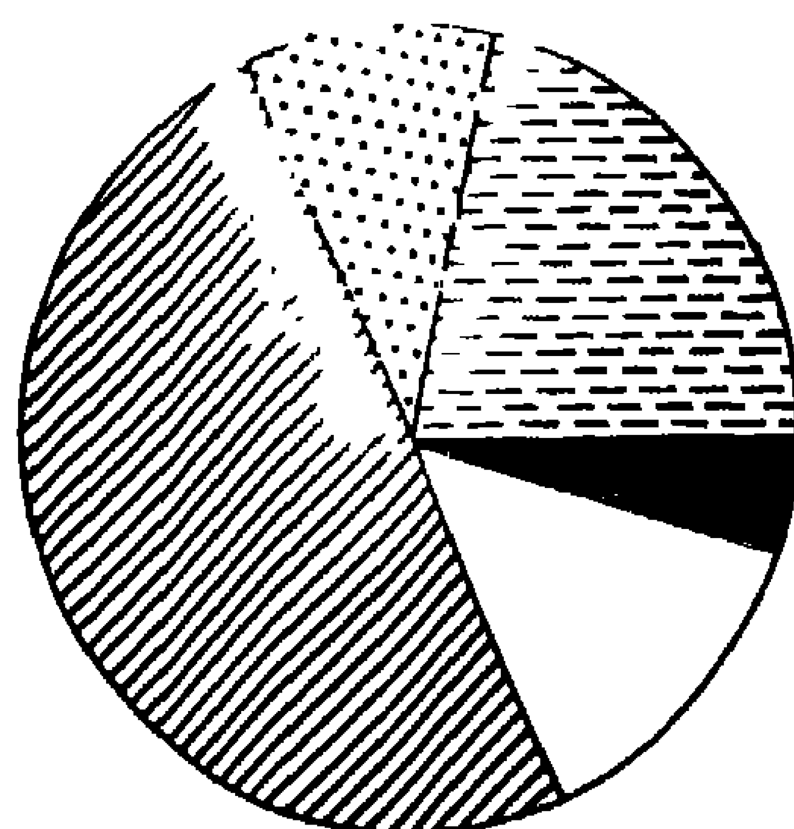
3 ـ طيف التغطية (Taux de recouvrement)

ان نسب حضـور النبـاتـات يختلف من زاوية طيف التغطية باختلاف الأصناف النباتية نفسها، فالباديات، مثلا من النوع المعتدل الرطب ـ رغم فقدانها للاوراق في فصلي الخريف والشتاء ـ تمثل حضورا ميدانيا اكثر وضوحا وسيطرة من الطمير والنصف طمير رغم حضورهما العددي الكبير (62 ٪) مقابل 27 ٪ للباديات) ؛ والبذريات في المناطق الصحراوية ـ رغم ارتفاع كثافتها العددية ـ لا تمثل حضورا ملموسا على المستوى المجالي بسبب اختفائها خلال فترة طويلة من السنة، ومن هنا جاء ضعف طيف تغطيتها (10٪) رغم أهمية نسبتها في الطيف البيولوجي (27 ٪).

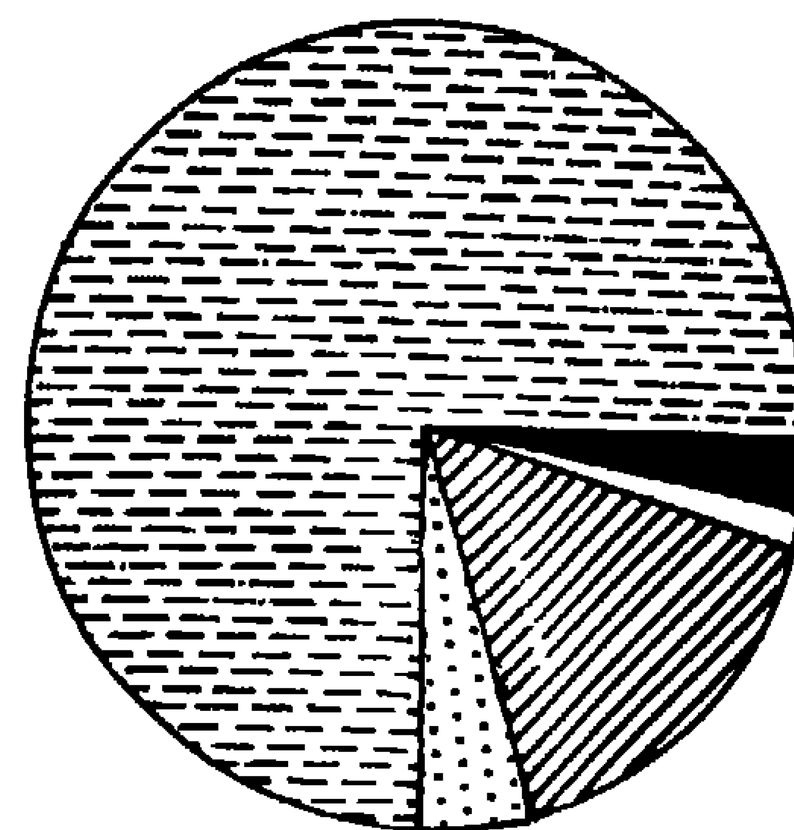
الرسم 31 مقارنة طيف التغطية والطيف البيولوجي
في بيئة صحراء شمال افريقيا



الرسم 32 أهمية اعتبار عنصر الوفرة وعنصر السيطرة
في بنية الطيف البيولوجي (غابة الزان القهامية)



الطيف الخام
Spectre brut



الطيف المعدل
Spectre pondéré

الباديات	
النصف طمير	
القزميات	
البذريات	
الطمير	

(18) Lacoste (A), Salanon (R) op. cit, p: 41.

الباب الرابع

المجتمعات النباتية وتوزيعها

بعد التطرق لاهم العناصر المكونة للمحيط الخارجي للنباتات ومحيطها الباطني اللذين يكونان بالاساس البيئة التي تضمن دورتها الحياتية، وبعد التطرق لمنهجية الصنافة النباتية من الوجهة الفزيولوجية النوعية والمرفولوجية، سنحاول في الباب الاخير التقرب من العشائر النباتية ومن السلوك الاجتماعي الذي تتميز به المجتمعات النباتية فوق سطح الارض، وكذا خصائص ومميزات التوزيع المجالي للنبات على ضوء نتائج الباب الاول والثاني.

الفصل الاول

منهاج علم الاجتماع النباتي

يهتم علم الاجتماع النباتي بدراسة المجتمعات النباتية في تطورها وفي تقاربها وابتعادها وفي تعايشها وتنافسها، وتعتمد طريقة وصف وترتيب التجمعات النباتية على معايير ومناهج مختلفة. وكان السويسري بلانكي اول من ارسى قواعد هذا العلم منذ ما يقرب من 70 سنة، وسار على منواله أحد تلامذته الفرنسي امبيرجي (1).

ومنهاج علم الاجتماع النباتي يعتمد على معيارين أساسيين :

1 ـ المعيار الوصفي ـ التحليلي

ويعتمد على تحديد قائمة نباتية حسب مقاييس معينة. ومن اهمها اختيار مكان ومساحة المجال المدروس :

1.1 موضع و بعد العينة النباتية :

من الشروط الاساسية التي يجب مراعاتها عند اختيار مكان المقطع النباتي (Profil végétal) تحديد مجال يتميز بتجانس العناصر المكونة للعشيرة النباتية المدروسة خصوصا على مستوى الشكل والمظهر الخارجي.

ومن الشروط الاساسية الموجهة للاختيار أيضا نجد تجانس السطح الطوبوغرافي والذي يساهم في انجاح التجانس النباتي نفسه. ومن اهم العناصر المميزة للمنهاج الوصفي التحليلي للنبات تقنية تضعيف المجال المدروس ـ مع احترام الشروط ـ ليتسنى بواسطة التقاطعات ضبط الانواع النباتية الأكثر حضورا داخل هذا المجال. ويتخذ منحنى ارتفاع عدد الاصناف النباتية بالنسبة للمساحة مسارا متموجا (2) :

- في المرحلة الاولى من المسار تسجل شدة انحدار المنحنى (بين 5 ـ 54 نوعا نباتيا على مساحة تتراوح بين 5 ـ 32 م2) وهذا ما يسمى بالمجال الادنى (Aire minima) والذي يوضح تركز عدد كبير من الانواع النباتية على مساحة ضيقة (3)،
- مرحلة استقرار المنحنى (Palier) تشير الى عدم اضافة اعداد نباتية اخرى (بين 50 و55 عددا) رغم اتساع المساحة (بين 30 و880 متر مربع)،

---

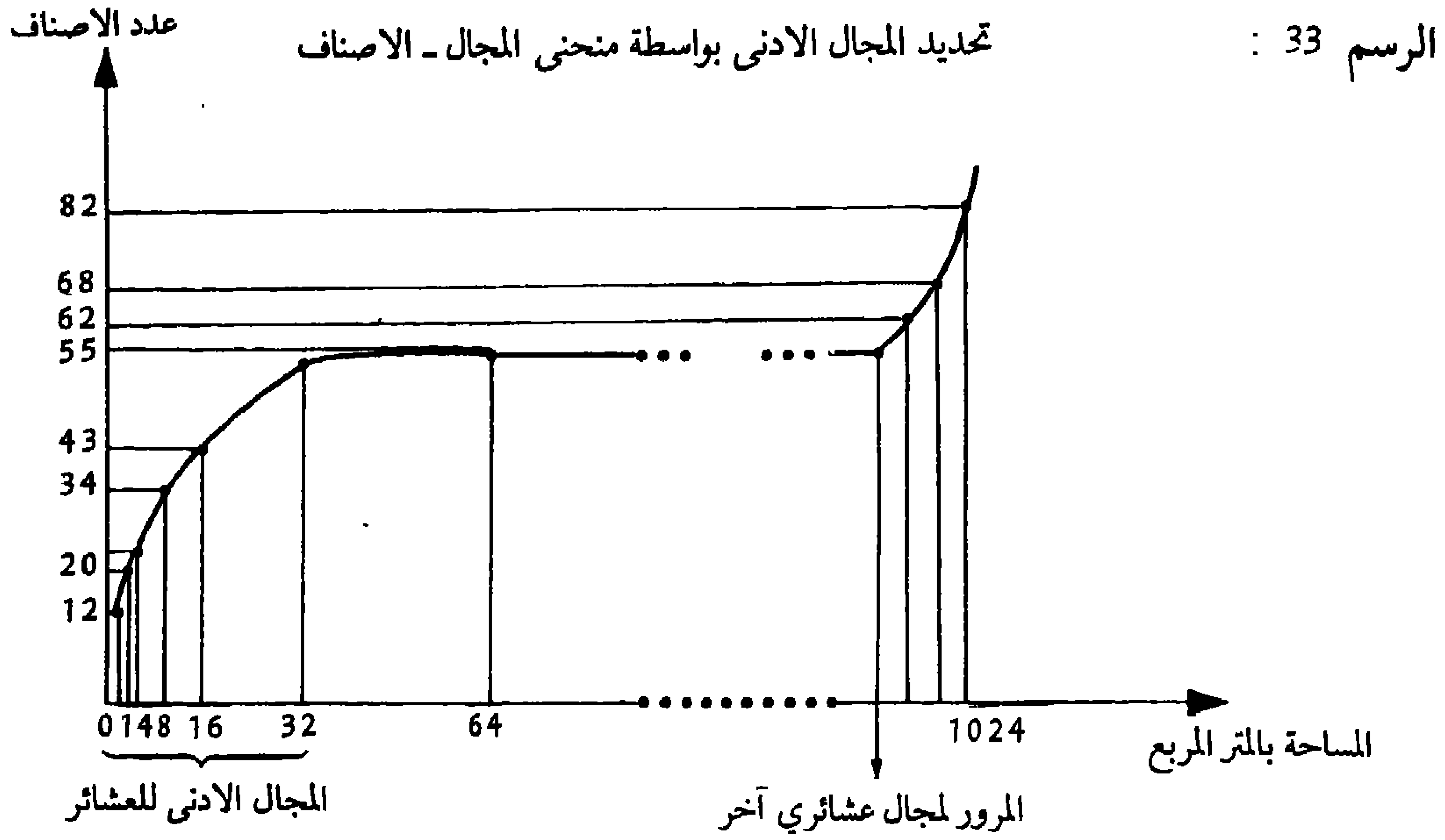
(1) Braun-Blanquet (y) est le fondateur de l'Ecole Sigmatiste, du nom de la SIGMA (Station Internationale de Géobotanique Mediterraneenne et Alpine, Montpellier.)

(2) Courbe appelée : Courbe aire-espèces qui détermine l'aire minima (Dimension de l'échantillon / espèce / m^2.)

(3) Lacoste (A), Salanon (R) : op. cit, p : 37.

ـ مرحلة انتصاب المنحنى من جديد : تشير الى ظهور انواع نباتية جديدة (55 ـ 82 نوعا) على مساحة ضيقة (بين 800 و1024 متر مربع). وهذا المستوى من مسار المنحنى يؤكد المرور الى تجمع نباتي جديد، وهو الذي يهم دارس علم الاجتماع النباتي في منهاجه الوصفي التحليلي. فإذا كان علم الصنافة يعتمد على المنهاج النوعي الفزيولوجي (Indivi-du - organisme) فإن منهاج علم الأجتماع النباتي يهتم بالاساس بكيفية اندماج وتعايش الاصناف النباتية داخل عشيرة نباتية معينة (Individu - association). ومن أهم التقنيات المعتمد عليها في المنهاج الوصفي التحليلي نجد المقطع النباتي (Coupe floristique) الذي يدخل ضمن تقنية الجرد النباتي (Inventaire floristique).

الرسم 33 : تحديد المجال الادنى بواسطة منحنى المجال ـ الاصناف



Source : Lacoste (A)

Salanon (R) : op. cit. p : 37

1.2 أبعاد الجرد النباتي :

هنا يجب الاعتماد على ثلاثة عناصر اساسية من خلال التصنيف المرفولوجي النوعي للنبات ومن خلال دراسة الطيف البيولوجي وخصوصا طيف التغطية.

1 . 2 . 1 عنصر الوفرة (Abondance) : (انظر الرسم 32)

يقابلها مصطلح الكثافة (Densité) على مستوى التوزيع الكمي للنبات داخل رقعة معينة. فكلما ارتفعت كثافة نفس الانواع النباتية الا وازدادت وفرة وحضورا خصوصا اذا كانت من النوع البارز كالباديات والالفضوئيات.

1 . 2 . 2 عنصر السيطرة (Dominance) : (انظر الرسم 32)

لهذا العنصر علاقة متينة مع العنصر الاول، وتتمثل في نسبة تغير المجال الذي تحتله الاصناف النباتية داخل عشيرة معينة.

وبدمج عنصريْ الوفرة والسيطرة وُضِع سلم اصطلاحي من خمس مستويات تترجم بالاساس

مستوى اطياف التغطية :

- المستوى الاول : يشمل عناصر نباتية جد متوفرة لكن بمستوى تغطية ضعيف،

- المستوى الثاني : يشمل انواع نباتية جد متوفرة لكن نسبة تغطيتها لا تتعدى 1/20 من المجال المدروس،

- المستوى الثالث : ويشمل مستوى تغطية مرتفعا (بين ربع ونصف المساحة المدروسة) رغم عدم وفرة الانواع النباتية،

- المستوى الرابع : ويشمل حالة وفرة او عدم وفرة الانواع النباتية لكن مع مستوى تغطية قد يصل الى 50 و75 ٪ من المجال المدروس،

- المستوى الخامس : هنا لا يؤخذ بعين الاعتبار عدد الانواع النباتية المتواجد ضمن عشيرة معينة لكن مع ارتفاع نسبة التغطية (75 ٪).

والنتيجة هو ان الانواع النباتية الاكثر وفرة وسيطرة تسمى بالنباتات المسيطرة (plantes dominantes) ؛ وانطلاقا من هذا التناسب (وفرة / سيطرة) يمكن التقرب من الواقع وضبط مستوى التغطية والذي يفيد في دراسة وتحليل انواع التشكيلات النباتية الاساسية (المفتوحة والمغلقة كما سنرى في الفصل الاخير من هذا الباب).

3 . 2 . 1 مستوى المعاشرة (Degré de sociabilité) :

إن أهم ما يميز سلوك الفصائل النباتية هو اما انعزالها او تجمعها ضمن عشائر ومستعمرات (colonies) (4) ؛ وتدخل في هذا السلوك عدة عوامل منها :

- جنس وصنف النبات،
- نوعية التربة ودرجة تعايش وتكيف النبات معها،
- البيئة المناخية والطوبوغرافية،
- مستوى تدخل الانسان والحيوان،
- بنية الدورة الانباتية ومستوى التضاعف النباتي،
- نوعية ومستوى الانتشار النباتي والعناصر المتدخلة فيه (الفقرة 4 من الفصل الثاني من الباب الرابع).

وقد حدد علماء علم الاجتماع النباتي سلما لتدرج مستوى المعاشرة بين النباتات داخل عشيرة نباتية معينة، ويشمل هذا السلم خمس مستويات :

- انواع تتعايش في تجمع نباتي صرف،
- انواع تعيش ضمن مستعمرات،
- انواع تعيش على شكل بقع متفرقة،
- انواع تتخذ اشكالا اجمية،
- انواع متفرقة.

واذا كان هذا النوع من المقطع النباتي الافقي والمعبر عن درجة المعاشرة يفيد في تتبع

(4) حسب نتائج عدة تقاطعات جاءت بها أبحاث حول علم الاجتماع النباتي تبين ان بعض النباتات المسمّاة بالمستعمِرة (colonisatrices) والتي توجد ضمن عشائر مختلفة تبدو مغلّطة للباحث من زاوية مستوى المعاشرة رغم وفرتها وسيطرتها. وعكس ذلك نجد ان بعض النباتات تتميز بقلة وفرتها وسيطرتها رغم انها تنتمي الى الصنف الاكثر تعبيرا داخل التجمعات النباتية.

مستوى التعايش النباتي ضمن عشائر متميزة، فإن المقطع النباتي ايضا يساعد من زاوية اخرى على التقرب، ضمن المنهاج الوصفي التحليلي من بنية التجمع النباتي على المستوى الرأسي.

1.3 ابعاد المقطع النباتي (coupe floristique) :

ان اهم ما يميز العشائر النباتية حسب نوعية ومستوى معاشرتها هي بنيتها الرأسية والتي تقربنا الى حد كبير من :

- انواع النباتات المتعايشة ضمن مجال معين،
- مستوى ونوعية السيطرة والوفرة التي تميز نباتات عن أخرى،
- سلوك النبات في تعامله مع الضوء : فالنوع الالفضوئي (héliophyte) الكبير الحجم غالبا ما يفرض سيطرته على النوع الصغير كما يعطي مثالا للتعايش مع النوع الالفضلي (sciaphyte) .

والصراع من اجل الاستفادة من الضوء يمثل اهم انواع الصراعات التي تترجم الى حد كبير مدى سيطرة نوع نباتي على نوع آخر من جنسه او من غير جنسه وطرده من المجال الحيوي (9).

ويتخذ مسار المقطع النباتي بعدين أساسيين :

1 . 3 . 1 **البعد الافقي** : ان المجال الادنى (Aire - minima) للنبات يتخذ أبعادا تكبر أو تصغر حسب نوعية وحجم الانواع المكونة للتجمعات النباتية (مثلا بعض السنتمترات المربعة بالنسبة للتجمعات اللازهرية القنوية (cryptogames vasculaires) ، اوبضعة آرات بالنسبة للتشكيلة الغابوية، او بضعة كيلومترات مربعة بالنسبة للعشائر الالفصحراوية. . . .)

ان توزيع النباتات داخل مساحة معينة يتميز غالبا بعدم التجانس لان ذلك مرهون بمستوى معاشرة كل نوع على حدة، الشيء الذي يجعل المقطع النباتي يترجم افقيا نوعا من عدم التجانس البنيوي (Hétérogénéité structurale) للتركيبة النباتية، لان التجانس النباتي (Homogénéité floristique) يرتكز اساسا - داخل مساحة معينة - على تكرار قسيمة نوعية من النبات (lot d'éspèces) والتي تتمثل داخل المجال الادنى بغض النظر عن التوزيع الافقي المنفرد للاصناف النباتية المتواجدة داخل هذه المساحة.

2 . 3 . 1 **البعد العمودي** : ويسمى ايضا بالبعد الجوي او الفضائي حيث يمر مسار المقطع عبر تجمع نباتي بدءًا من سطح الارض نحو الاعلى مارا بجميع العناصر المكونة للعشيرة النباتية المدروسة.

---

(9) Comportement appelé compétition inter. et intra-spécifique concernant les plantes qui ne sont pas «associées» phytosociologiquement mais simplement juxtaposées, et en réalité elles sont en concurrence entre-elles pour l'occupation de l'espace : la compétition l'emporte sur la «coopération».

الرسم 34 مقطع مختصر للغابة الاستوائية (غوادولوب)

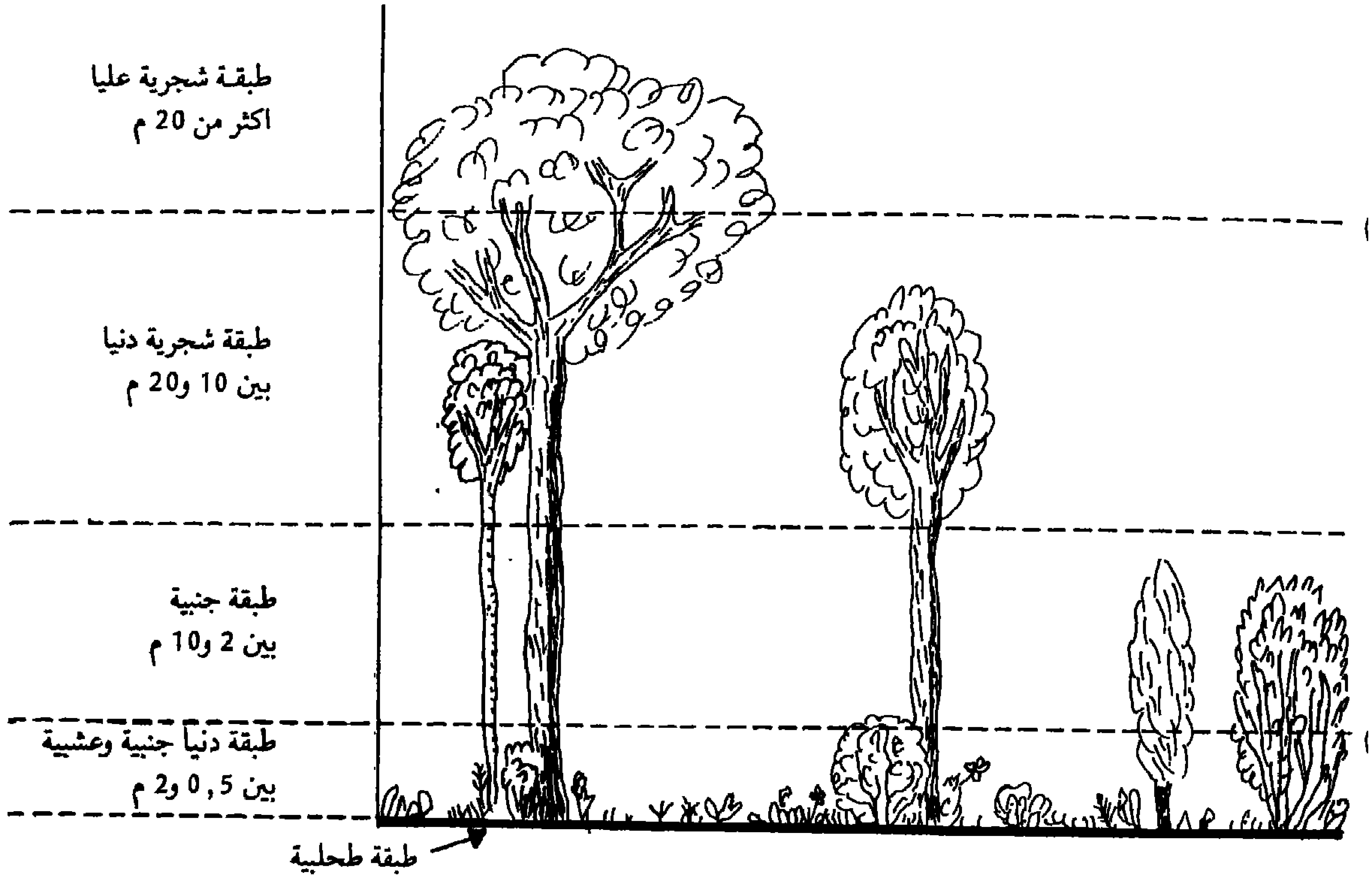


Proposé par Lassaire, simplifié par Huetz De lemps (A)

14	Bois doux	خشب لين	Gommier	شجرة السنط الصمغي	1
15	Laurier Jaune	غار أصفر	Citronnier	شجر ليموني	2
16	Bois de fer rouge	خشب أحمر حديدي	Boucan	شجرة مدخنية	3
17	Café flèche	بن سهمي	Châtaignier grandes feuilles	قسطل كبير الاوراق	4
18	Café grand bois	بن خشبي	Abricotier bâtard	مشمش نغلي	5
19	Bois rouge	خشب أحمر	Châtaignier petit coco	قسطل نارجلي	6
20	Mérisier	كرز الطير	Châtaignier petites feuilles	قسطل صغير الاوراق	7
21	Grande fougère	سرخس عملاق	Bois trempette	خشب بوقي	8
22	Fougère bois	سرخس خشبي	Figuier maudit	تين منبوذ	9
23	Palmiste grand bois	نخيل خشبي	Laurier doux	غار حلو	10
24	Grand Malimbé	ملامبي كبير	Magnolia	مغنولية	11
25	Palétuvier bois	شورى خشبي	Palétuvier	الشورى	12
26	Mahot grand bois	خشب ماهو الكبير	Bois de soie	خشب حريري	13

واذا كانت بعض التجمعات تفتقر لهذا البعد الرأسي (مثل التكوينات القزمية بمنطقة التوندرا) فإن التشكيلة الغابوية - كاحسن مثال - تسمح بمقاطع نباتية اكثر تعبيرا. والمقطع التالي يعبر عن اهم «الطبقات» النباتية التي يعبر عنها المقطع النباتي العمودي (6).

الرسم 35 مقطع الطبقات النباتية



Proposé par Lacoste (A), Salanon (R) op. cit, p : 39

3 . 3 . 1 البعد المجالي الزمني للمقطع النباتي : لتكملة نجاعة المقطعين ذي البعدين الافقي والرأسي يجب الاعتماد - وبالاساس - على نوع آخر من المقاطع يتخذ بعدا مجاليا - زمنيا يقتضي القيام بالملاحظات الميدانية وانجاز مقاطع ميدانية خلال فترات معينة من السنة وذلك للتمكن من ضبط التحولات التي تحدث كما وكيفا على شكل وحجم النباتات خلال دورتها الانباتية. فمثلا اذا تم مقطع نباتي عبر تشكيلة نباتية خلال فترة الصيف فهذا سيؤدي حتما الى تجاهل البذريات والطمير التي لا تظهر الا خلال فصل الربيع ومنها ما ينهي دورته قبل بداية فصل الصيف.

(6) لقد ذهب النباتيون الى دراسة المقاطع العمودية لجذور النباتات (Profil racinaire) وتمت دراستها من زاوية المنافسة وحب السيطرة، والتي تترجم مستوى معاشرتها. وقد ثبت ان بعض النباتات تفرز عبر جذورها مواد سامة لطرد النبات من مجالها الحيوي، مثل الجوز الاسود (Juglone) والمطاط (Parthenium) والافسنتين (Absinthium) ونوع من الفطر السام (Penicillium). والبعض الآخر من النبات يفرز مواد جاذبة تسمح بالتعايش مثلا بعض القرنيات البقلية (Légumineuses) ندى البحر (Romarin) وأذن الفار (Epervière). وقد ذهبت التحاليل بعيدا في دراسة هذا السلوك حيث اعتبره البعض محاولة للتكيف مع ندرة الماء في البيئة الجافة، أو التغلب على سوء التغذية في البيئة الترابية الفقيرة وذلك باتخاذ النباتات سلوكا عدوانيا حفاظا على مجالها الحيوي.

ومن جهة اخرى يجب ان تتكرر المقاطع «الفصلية» (Profils saisonniers) تمشيا مع الفترات المناخية الحاسمة (صيف ـ شتاء) التي تمر بها الدورة الحياتية للنباتات (7) (الانبات، التبرعم، التوريق، الإزهار، الإثمار، الإنتثار. . .) وغالبا ما تخضع هذه الحلقات لنوعية ووتيرة منيخ المحطات المدروسة (microclimat des stations) .

وهكذا يتبين أن المنهاج الوصفي التحليلي والتقنيات التي يفرضها، يكونان أحد اهم اركان علم الاجتماع النباتي الذي يعتمد بدوره على الجانب التركيبي الممثل للمرحلة الثانية ضمن هذا المنهاج.

2 ـ المعيار التركيبي

ويشمل المرحلة الثانية ضمن المنهاج المتبع في ميدان علم الاجتماع النباتي. وتتلخص في تصنيف الانواع النباتية حسب عناصر التشابه والاختلاف. وانطلاقا من النتائج والتقاطعات المحصل عليها حُددت قوائم نباتية (Tableaux floristiques) تساهم علميا في تصنيف ودراسة مختلف التجمعات النباتية فوق السطح.

2.1 التحليل الانتقائي :

من أهم ما جاء به المنهاج التركيبي هي تقنية التحليل الانتقائي (Analyse différentielle) وهي تقنية تجريبية مبنية على الملاحظة والانتقاء اعتمدها العالم النباتي (CZEKANOWSKI) وذلك بطريقة احصائية مبنية على تحديد سلم يشتمل على معاملات (coéficients) تؤشر لمستوى ودرجة تعايش النباتات ضمن عشائر معينة. والمعامِل المحصل عليه ـ بعد دراسة وتحليل انتقائي لعينة نباتية معينة ـ يمثل نسبة حضور الاصناف النباتية التي تتقاطع نِسَبُها مع مُعامِل العينات الاخرى.

وقد حدد تشيكانوفسكي سلما يشتمل على تدرج مُعامِلات قُسمت الى 5 مستويات جُسمت بواسطة رموز اصطلاحية او الوان معبرة. وتعتمد التقنية على تجميع القوائم التي تتشابه فيما بينها حسب مقاييس تقاطعية معينة.

ونحصل على معامل التحليل الانتقائي بواسطة العملية التالية :. $C = \frac{n \times 100}{N}$

C : المُعامِل

n : عدد اصناف النباتات التي تتقاطع حولها القائمة الاولى والقائمة الثانية (مثلا 20 صنفا).

N : العدد الاجمالي لكل النباتات الموجودة في القائمتين (مثلا 50).

ومعامل العشيرة النباتية بين القائمتين يكون هو $\frac{100 \times 20}{50} = 40$ ٪

وتجدر الاشارة الى ان المعامل لا يتعدى 50 ٪ الا نادرا. ولهذا ـ وحسب تشكانوفسكي ـ فخمس درجات تكفي في المنهاج التحليلي الانتقائي، وتتدرج كالتالي :

- الدرجة 1 : بين 11 ـ 20 ٪ من العينات
- الدرجة 2 : بين 21 ـ 30
- الدرجة 3 : بين 31 ـ 40
- الدرجة 4 : بين 41 ـ 50
- الدرجة 5 : اكثر من 50

(7) هذا النوع من الدراسات يهتم به علم الظواهر النباتية (Phénologie) المشتقة من كلمة (Phen) وتعني «ظَهَرَ».

2.2 درجة الحضور :

ان درجة حضور فصيلة نباتية معينة تشير اليها نسبة القوائم النباتية (Relevés) التي توجد بداخلها هذه الفصيلة ؛ مثلا درجة حضور فصيلة نباتية داخل 8 قوائم على مجموع 15 هي = 8 / 15 (Degré de présence) .

وكما تم تحديده لمُعامل العشيرة النباتية حدد علماء النبات درجات الحضور في 5 مستويات يشار اليها بالارقام الرومانية :

- الدرجة I = 0 ـ 20 ٪ من القوائم النباتية
- الدرجة II = 21 ـ 40 « »
- الدرجة III = 41 ـ 60 « »
- الدرجة IV = 61 ـ 80 « »
- الدرجة V = 81 ـ 100 « »

ولدرجة حضور الفصيلة النباتية علاقة بدرجة الوفرة والسيطرة (انظر الفصل الاول من نفس الباب) : فالنباتات التي تسجل نسبة حضور مرتفعة خصوصاً اذا كانت من النوع البادي (phanèrophyte) تتوفر لها اكثر «الحظوظ» لتسيطر داخل العشيرة النباتية المنتمية اليها (8).

2.3 مفهوم العشيرة النباتية في المنهاج التركيبي :

تظل تقنية المنهاج التركيبي تقنية ناجعة في التقرب من التجمعات النباتية الاكثر تجانسا (Groupements floristiques homogènes) ؛ غير ان عملية تحديد الاصناف النباتية الاكثر تعبيرا وتمثيلا لتجمع نباتي تكتسيها بعض الصعوبات منها صعوبة ضبط حدود العشائر النباتية بدقة ؛ ولتفادي الغموض عَرَّفَ العالم بلانكي (Blanquet) سنة 1928 العشيرة النباتية بانها :

«تجمع نباتي شبه مستقر وفي توازن مع البيئة المحيطة، ويتميز بتشكيلة نباتية معينة حيث تؤشر الاصناف المطلقة او الشبه مطلقة عن وجود بيئة عشائرية خاصة ومستقلة» .

ويعتمد علم الاجتماع النباتي على اعتبارات منهجية للتقرب من شخصية العشائر النباتية ومن بينها :

- **اعتبارات نوعية : حيث يشار الى عشيرة نباتية باسم صنف او صنفين من العينات المختارة من النباتات الاكثر تمثيلا اما من زاوية السيطرة والوفرة والحضور او من زاوية تعريفية .**

  فعشيرة البلوط الاخضر مثلا يشار اليها بكلمتين لاتينيتين (Quercetum ilicis) الاولى (Quercus) تشير الى الجنس (Genre) تضاف الى اصله (Radical) لاحقة (Etum) (9) ؛ والكلمة الثانية تشير الى الصنف (ilicis) التي تتغير ـ في حالة المضاف اليه ـ من اصل (ilex) .

- **اعتبارات بيئية :** حيث تتم الاشارة الى العشيرة النباتية ـ التي يسود فيها الصنف النباتي الاكثر تعبيرا عن تكيفه مع البيئة ـ بكلمتين من اصل لاتيني مع لاحقة (Etum) : مثلا في البيئة

---

(8) Lacoste (A) salanon (R), op.cit, p : 42

(9) Ainsi le nom d'espèce est mis au génétif (المضاف إليه)

الجافة (Xérobrometum) اي الفصيلة العلفية النجيلية الاكثر تكيفا مع البيئة الجافة الحارة .

ـ **اعتبارات جغرافية** : هنا يضاف الى المصطلح المعبر عن الجنس الاكثر حضورا (مثلا السنديان) نعت ذو صبغة جغرافية يشير الى الموقع الجغرافي للعشيرة النباتية المدروسة.
مثلا سنديان وسط اوربا يشار اليه بـ Quercetum médio - europaeum ؛
وفي هذا الاطار نشير كمثال على الاعتبار الجغرافي الى التقسيم الذي قام به جوسن بالنسبة لتراب فرنسا :
ففرنسا التي توجد ضمن النطاق الحيجغرافي المعتدل الشمالي (10) قسمت الى منطقتين اساسيتين لكل واحدة منها فروع متميزة :
1 ـ المنطقة الاوروسيبيرية تشتمل على فرعين :
ـ المجال الوسط أوروبي وتسيطر فيه النيرية البلوطية (Charme) والارزية (mélèze) والقيقب (Erable) ؛
ـ المجال الاطلنتي الاوربي : ويتميز بسيادة الخلنج (Bruyère) الجولق (Ajonc) والياقوتية (Jacinthe) ؛
2 ـ المنطقة المتوسطية وتنقسم الى مجالين :
ـ المجال الفرنسي ويسود فيه السنديان القرمزي (Chêne Kérmès) والفستق (Pistachier) والزيتون (Olivier) ؛
ـ المجال التيريني ويشتمل على 180 فصيلة توطنية.
ولكل هذه المناطق الحيجغرافية مميزات خاصة فيما يتعلق بالعشائر النباتية المستعمرة لها. وتظل الاعتبارات النوعية، البيئية والجغرافية من بين اهم العناصر المعتمد عليها في التقرب من مميزات العشائر النباتية من الزاوية التركيبية.
ومن بين هذه المميزات اعتماد علم الاجتماع النباتي على تقسيم العشائر الى وحدات فيتو اجتماعية، وهذه ميزة اخرى من مميزات المنهاج التركيبي الذي يعتمده علم الاجتماع النباتي.

2.4 الوحدات الفيتواجتماعية (Unités phytosociologiques) :

اذا كان بلانكي قد حث في محاولة تعريفه للعشيرة النباتية على مستوى انسجام عناصرها (Homogénéité floristique) فإنها في الواقع قليلا ما تتميز بهذه الخاصية، حيث نجد ضمن كل عشيرة نباتية وحدات صغرى (Unités inférieures) والتي لا تساهم من زاوية مستوى الحضور والوفرة والسيطرة

(10) قسم علماء النبات سطح الكرة الارضية الى 5 نطاقات حيجغرافية كبرى (Empires floraux) :

ـ النطاق المعتدل القطبي الشمالي	E. Holarctique
ـ النطاق الامريكي المداري	E. Néotropical
ـ النطاق الافرملغاشي	E. Africano-malgache
ـ النطاق الأسيوهادي	E. Asiatico-pacifique
ـ النطاق الاسترالي قطب جنوبي	E. Antarctique australien

وبالتالي درجة التعايش والتكامل او التنافس الا على مستوى ادنى أوميكرو محلي بالمقارنة مع الوحدات الكبرى (11) .

1 . 4 . 2 الوحدات الكبرى :

ان العشائر النباتية تتجمع حسب التقاطعات الفزيومرفولوجية ضمن فصائل وعائلات (Familles , alliances) تتجمع بدورها في رتب ثم في طبقات ومجموعات (راجع الفصل الاول من الباب الثالث). ونورد في الجدول التالي مثالا مختصرا على هذا التدرج، ونأخذ كمثال شجرة الزان كوحدة نباتية كبرى :

الجدول 6 : مثال للتدرج الرتبي التصنيفي

وحدة التصنيف	مصطلح التصنيف	المقابل بالعربية
الصنف Espèce	Fagus Salvatica	—
الجنس Genre	Facus (Hêtre)	الزان
العائلة Famille	Fagacées	السنديانيات
الرتبة Ordre	Apétales	منعدم التويجيات
الطبقة Classe	Dicotylédones	ذو فلقتين
الفرع Embranchement	Angiospèrmes	كاسيات البذور
الخاصية المرفولوجية	Phanérophytes	الباديات

2 . 4 . 2 الفروع العشائرية التابعة (sous - associations) :

يمكن للعشيرة ان تحتوي على عدة فروع تابعة يسهل ضبطها بواسطة المنهاج الميداني الانتقائي الذي يعتمد على درجة حضور الاصناف داخل عينة عشائرية معينة .

---

(11) Polunin (N), Eléments de Géographie botanique,Gauthier - Villars, Paris 1967.

وتحمل الفروع العشائرية اسما مركبا من ثلاثة اجزاء :
- الجزء الاول يرمز للجنس (السنديان، البلوط)؛
- الجزء الثاني يرمز للصنف (الا خضر - القرمزي)
- الجزء الثالث يرمز للفرع (الفستق).

مثلا داخل عشيرة البلوط الاخضر توجد عدة فروع مثل الفستق ؛ وفي هذه الحالة يشار الى العشيرة الثلاثية التركيب : باسم عشيرة البلوط الا خضر ذي فرع عشائري فستقي :
Quercetum ilicis pistacietosum (Association de chêne vert avec une sous-association à pistachier).

ويذهب نقاد هذا التصنيف وخصوصا منهم البيئيون الى تصنيف الفروع العشائرية من زاوية بيئية صرفة، واصحاب هذا المنهاج يعرفون العشيرة النباتية على انها مكونة من عدة مجموعات بيئية كل مجموعة تظم الاعداد المتعايشة من العناصر المكونة لتلك البيئة : فمثلا داخل نفس العشيرة يمكن ضبط أصناف نباتية تتكيف مع التربة الحمضية (Acidiphiles) او نفركلسية (calcifuges) مثل الحماض (Rumex) والقيام (Myrtille) ؛ كما يوجد ايضا النوع الالفقلوي (Basiphile) مثل الهندباء (Pissenlit) والخزامة (Lavande) والعلفية النجيلية (Bro-me) ؛ والنوع المحايد (neutrophile) مثل عصا الراعي (Renouée) . كما يمكن لنفس العشيرة ان تظم نباتات من النوع الالفضلي مثل : شقائق النعمان (Anémone) الياقوتية (Jacinthe) والبهشية (Houx) ، وكذا النوع الالفضوئي مثل الشيح (Armoise) الياقوتية، ندى البحر (Romarin) ، الشوكل (Ronce) وانواع من السرخس (Fougère) ؛ او النوع الالفعتدائي (mésophiles) مثل النيرية البلوطية (Charme) .

وكيفما كان الحال فالنظرية البيئية المعتمدة في التصنيف الفرعي العشائري تفيد من زاوية ضبط سلوك النباتات ومستوى واشكال التكيف التي تتخذه تجاه العناصر المكونة للبيئة الجوية منها والباطنية. وهذا قد يشمل تصنيف العناصر الصغرى والعناصر الكبرى على حد سواء، كما انها تساهم في دراسة جانب من اهم جوانب علم الاجتماع النباتي والمتعلق بالمنيخ (Microclimat) .

إن مناهج وتقنيات علم الاجتماع النباتي تتطور بتطور المجتمعات النباتية نفسها على المستوى الزمني والمجالي. ومن بين التقنيات التي يُعتمد عليها في دراسة المجتمعات النباتية خصوصا من الزاوية المجالية نستحضر التقنية الكرطونباتية (راجع الفقرة 2 الفصل الثالث من نفس الباب).

الفصل الثاني

تطور المجتمع النباتي

ان كان لتكوين المجتمع النباتي الحالي علاقة وطيدة مع عدة عوامل ومعطيات وعلى رأسها المناخ فإن التغيرات التي عرفها هذا الاخير خلال الحقب السالفة أثرت بشكل ملحوظ في تكوين وتطور العشائر النباتية على الخصوص.

ودارس علم الاجتماع النباتي ملزم بالرجوع الى الوراء لالقاء بعض الاضواء على الاوضاع النباتية السالفة وخصوصا نوعية المناخات ومستوى تطورها ودرجة تغيرها الزماني والمكاني. ومن اهم هذه التغيرات تلك التي عرفها سطح الارض ـ وفي نقط محددة ـ خلال الزمن الثالث وخصوصا خلال الزمن الرابع. وتكمن أهمية هذه التغيرات في كونها اثرت بشكل ملحوظ في تطور المجتمعات النباتية وما آلت اليه حاليا.

ومن بين الوسائل الاساسية التي يعتمد عليها الدارس لتاريخ النباتات (Paléobotanique) نورد :

1ـ الدراسات الجيومرفولوجية المتعلقة بالمصطبات النهرجليدية (Terrasses fluvioglaciaires) والتوضعات المرتبطة بالتعرية الهوائية،

2ـ دراسة تاريخ الحضارات الانسانية وما يمكن ان تشتمل عليه من رسوم وادوات ومخلفات المطبخ وسكن قد تشير الى بعض الاصناف النباتية . . .

3ـ مخلفات النباتات بواسطة دراسة اعضاء النبات من اوراق، ثمار، جذوع ، جذور وخصوصا البقايا الميكروسكوبية للبوغ التناسلي (Spores) واللقاح (pollen) التي تحجرت في المخثات وفي اعماق المستنقعات والتربات الميهة (12).

ولعلم دراسة اللقاح (Palynologie) دور اساسي في التعرف على المجتمعات النباتية السالفة وذلك بواسطة الأطياف اللقاحية البوغية (Spectres sporo-polliniques) والبيانات البيومناخية الخاصة بانواع اللقاحات المتحجرة حيث تستعمل تقنية كربون 14 للتقرب من نوعية النبات وظروف تكوينه وتطوره والمدة التي مرت على اندثاره (13).

لقد أجمع العلماء بأن عمر الارض يعود لأربعة ملايير و500 مليون سنة، وقد ارخ الجيولوجيون في احدث التقديرات لأقدم الصخور بحوالي 3300 مليون سنة، وخلال المدة التي تفصل الفترتين عرف سطح الارض ظهور اجناس من النباتات اختلفت في اصنافها وشكلها وبنيتها ومدة تعميرها وطبيعة تكاثرها. والجدول التالي يلخص ذلك :

---

(12) يتم الحفاظ على اللقاح والبوغ داخل البيئة المضيفة بواسطة غشاء حمائي يسمى الإكسين (Exine) ضد السوائل والغازات والأحماض والضغط والحرارة وحتى التأكسد.

(13) حسب سلم معين يمكن التعرف على عمر النباتات بواسطة نسبة تواجد مادة الكربون المشع في خلاياها والتي تتقلص تدريجيا مع مرور الزمن (نفاذ نصف الكمية بعد مرور 5600 سنة)؛ إلا ان هذه التقنية تكتنفها بعض السلبيات من بينها غياب الدقة في التأريخ وارتفاع نسبة الخطأ مع قدم العينات المدروسة.

الجدول 7 : أهم مراحل ظهور وتطور الأجناس النباتية وفروعها

(يقرأ الجدول من الأسفل نحو الأعلى)

الزمن الجيولوجي	اهم مراحل التطور النباتي	المدة التاريخية
الرابع الاسفل Pléistocène	ظهور الانسان - إبادة الجليد لاصناف كثيرة من النباتات	15 000
الثالث Cénozoïque	نمو وازدهار كاسيات البذور المزهرة، تنتمي الى باديات الزهور، بداية سيادة الأشجار على النباتات العشبية. وبعد فترة توازن حدث العكس في فترة الميوسين.	1,5 مليون سنة
الثاني Mésozoïque	ازدهار السرخسيات اللازهرية وظهور الاصناف البدائية من عاريات البذور (سيكاسيات، صنوبريات، سراخس) والتي تنتمي الى باديات الزهور مع احتمال ظهور كاسيات البذور.	65
الاول Paléozoïque	ظهور النباتات الارضية المبكرة، احتمال ظهور نباتات شبه سرخسية حاملة للبذور مع سيادة الطحالب، كَبْديّات من عائلة الحزازيات والكنبائيات المفصلية (مثل ذنب الخيل) والفحميات.	180
الكمبري Cambrien	فطر - طحالب خضراء، حمراء وسمراء، بكتيريا. أشنات وفصاميات.	370
ماقبل الكمبري Précambrien	فطر وحيد الخلية (14) طحالب زرقاء ؛ بكتيريا ؛ رخويات أشنة زرقاء.	550 - 3300

D'après Arnold, modifié et étendu par Polunin (N). op.cit, p : 69-92.

اذا كانت المجتمعات النباتية القديمة قد بلغت أوج تطورها عند نهاية الزمن الثالث فإن الرباعي وخصوصا الفترة الجليدية والبيجليدية وقد احدثت تغييرات هامة في شكل وكثافة وتوزيع الاجناس والاصناف النباتية بالاساس في المناطق التي عرفت الزحف الجليدي باروبا الغربية وامريكا الشمالية.

1 - لمحة تاريخية : من الذروة البليوسينية الى العصر الجليدي :

نظرا لاهمية الزمن الثالث من حيث نمو وتكاثف وتنوع الغلاف النباتي، ونظرا لكون هذا الأخير عرف عملية طمس خلال الزحف الجليدي الرباعي فاننا نرى من الافيد الوقوف عند الفترة البليوسينية للتقرب من اهم المجتمعات النباتية التي سادت في بعض المناطق قبل الطفح الجليدي الرباعي.

(14) في توضعات جنوب بحيرة اونطاريو بالولايات المتحدة وجدت بقايا لأقدم النباتات فوق سطح الارض.

1.1 الذروة النباتية البليوسينية :

لقد اجتمعت عدة عوامل منها رطوبة ودفء المناخ وانعدام تدخل الانسان [15] لازدهار الغلاف النباتي خلال الفترة البليوسينية والذي يتمثل في كثرة الاجناس النباتية وتنوع أصنافها.

والجدول التالي يلخص ذلك :

الجدول 8 : الحالات الشاهدة والمندثرة من ذروة البليوسين :

الاصناف الموروثة المتواجدة حاليا على شكل بقايا شاهدة (اوربا المعتدلة)		السوحر Saule الزان Hêtre المران Frêne الراتنجية épicéa جار الماء الاخضر Aulne Vert النيرية البلوطية Charme السنديان Chêne الدردار Orme السندر Bouleau الصنوبر Pin الأرزية mélèze التنوب Sapin العوسج النبقي Bourdaine
الأصناف المندثرة من اوربا المعتدلة والباقية في مناطق اخرى (امريكا الشمالية)	الأصناف التي كانت دخليلة على اوربا والتي انقرضت	الجوزيات (Juglandacées) مثل القارية (carya) والمتواجدة بكثرة بامريكا الشمالية تحت اسم (Hichory) والنخيل والغار. . .
	الأصناف التي لازالت موجودة باوربا الشرقية المتوسطية	الجوز noyer النيرية الشرقية Charme Oriental تنوب سيليسيا Sapin de Cilicie
	الصنوبريات وأجناس أخرى	صنوبريات امريكا مثل : - السيكويا بنوعيها Séquoïa - الخشب الاحمر Bois rouge - تسوكا Tsuga - هيملوك Hemlock - روبينية Robinier - مغنولية mognolia - ارز Cèdre - زنبقية Tulipier

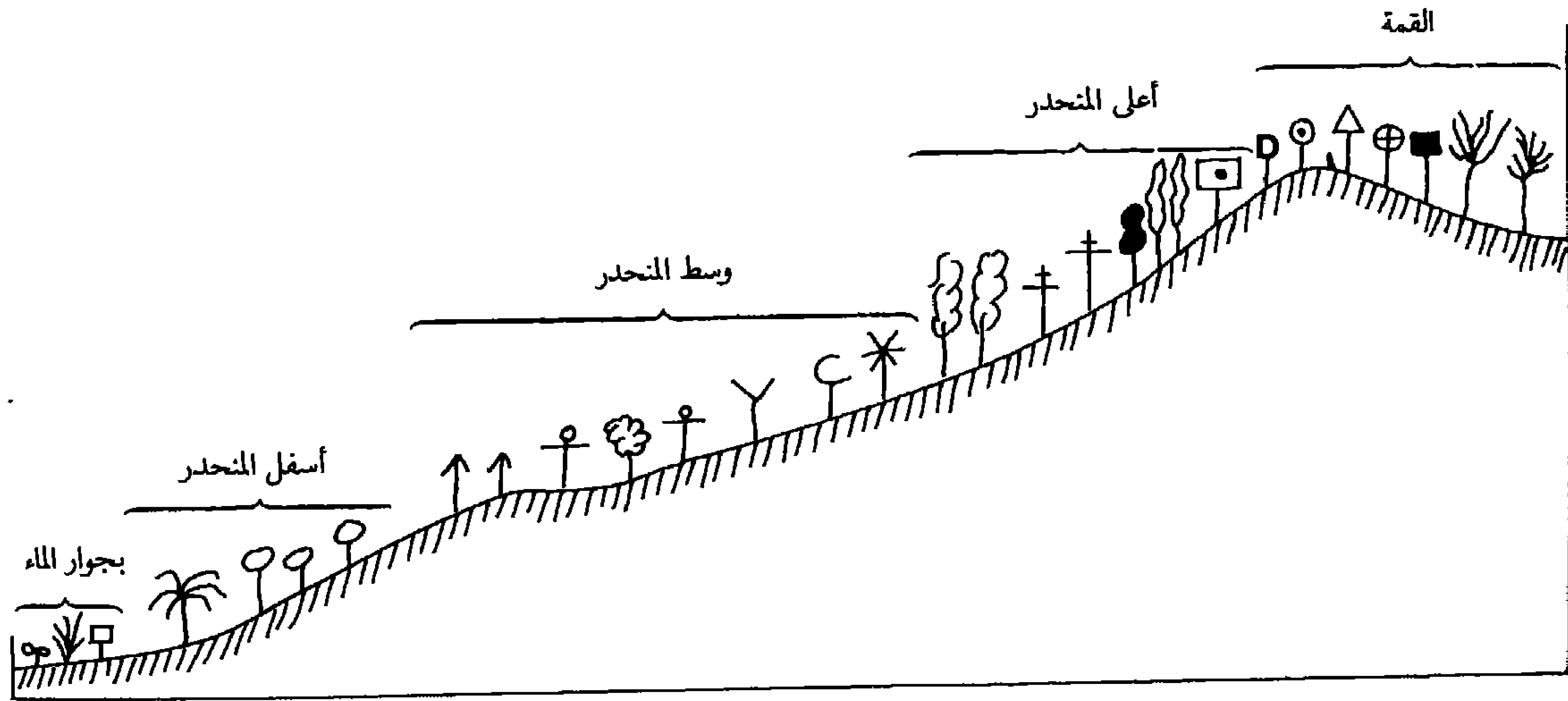
(15) قبل ظهور الانسان (فترة البليستوسين) كان حضور الحيوانات وخصوصا اثرها على الغلاف النباتى جد ضعيف ؛ فالثدييات الآكلة للعشب لم تظهر الا خلال الزمن الثالث ؛ والحيوانات التي ظهرت وتطورت في الازمنة السالفة كانت تشمل الزواحف في الزمن الثاني والاسماك في الزمن الاول الاعلى واللافقريات في الزمن الأول الاسفل.

وهكذا يتبين ان مروحة النباتات باوربا المعتدلة كانت واسعة ومتشكلة من خليط من الاجناس منها ما اندثر ومنها ماهو موجود لحد الآن، وهذا التنوع كان يشمل المرتفعات والمناطق المنخفضة على حد سواء. ونفس التدرج الجبلي السائد حاليا في المرتفعات كان يطبع التوطين النباتي الجبلي خلال فترة الميوسين مع اختلاف في تموضع الاصناف النباتية ومظهرها.

ويمكن تصور مثال من هذا التدرج انطلاقا من تقاطعات البحوث الماكرو والميكروسكوبية للارسابات البوغية واللقاحية :

الرسم 36 مقطع طبوغرافي يوضح تدرج الغطاء النباتي خلال ذروة الميوسين

(منطقة الرون جنوب فرنسا)



Proposé par Elhaï (H), p : 128-129

	Chêne	السنديان	Aulne	جار الماء	
	Charme	النيرية	Phragmite	قصب الماء	
	Erable	القيقب	Launer rose	الغار الوردي	
	Châtaignier	القسطل	Palmier	النخيل	
	Cornouiller	القرانية	Chêne vert	البلوط الاخضر	
	Noyer	الجوز	Peuplier	الحور	
	Séquoïa	السيكويا	Tremble	الرجراج	
	Carya	القارية	Platane	الدلب	
	Hêtre	الزان	Liquidambar	عنبر سائل	
	Sycomore	تين فرعون	Tulipier	الزنبقية	
	Conifères	الصنوبريات	Juglandacées	الجوزيات	

1.2 تقلبات الزمن الرابع :

ان الفترات الكبرى للطفح الجليدي خلال الزمن الرابع طبعت المجتمعات النباتية في شكلها وكثافتها وتطورها بالتقهقر والتراجع رغم «محاولة» بعض الأصناف الظهور من جديد خلال فترات ما بين الجليدين (Interglaciaires) (16).

اذن كيف تم تدمير الغطاء النباتي في المناطق التي غمرها الطفح الجليدي ؟

إن التغير المناخي ـ وهو الاكثر تأثيرا من التغير الترابي او التدخل الانساني ـ يؤثر في المجتمع النباتي على ثلاث مستويات :

- التأثير في أصناف التشكيلة النباتية (مثلا عندما تنخفظ درجة الحرارة تترك الغابة المكان للتوندرا او السهوب اذا قلت الامطار وارتفعت درجة الحرارة)،
- التغيير في شكل وحجم النبات وكذا في سلوكه الاجتماعي (مثلا اذا تحول المناخ الاستوائي الى مناخ معتدل رطب تختفي الاجناس الدائمة الخضرة لتحل محلها الاصناف النفضية . . .)
- التغيير في موضع ومساحة المجالات المستغلة من طرف النبات (مثلا اذا توفرت الظروف المناخية الملائمة يمكن لفصائل معينة ان تمدد من مجالها الحيوي وتغزو بذلك مناطق جديدة وتدخل بالتالي في صراع مع النباتات الأصلية. وقد يحدث تقلص في مجالها الحيوي اذا تعرضت النبتة لنكسة مناخية طارئة قد تؤدي في بعض الحالات الى اندثار الصنف النباتي بالاساس.

وفي اطار هذه المستويات الثلاثة يمكن التطرق لتقلبات الزمن الرابع الجليدي ومستوى تأثيره على الارث النباتي البليوسيني.

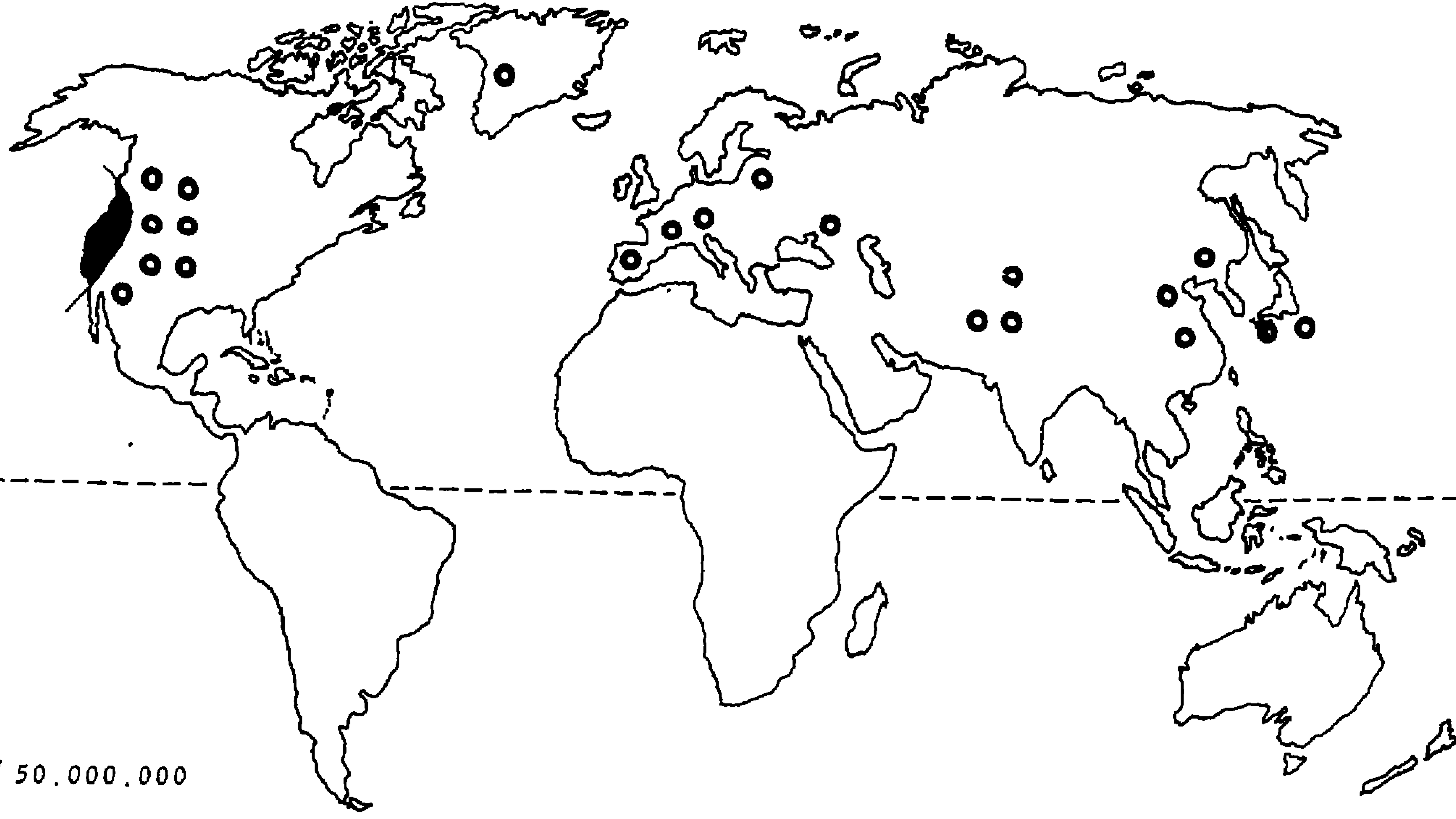
1 . 2 . 1 العصور الجليدية الاولى :

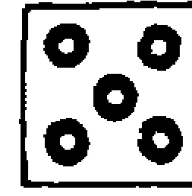
وتقابل فترة الفيلا فرانشيان (1 ـ 2 مليون سنة حسب التقديرات)، وقد سجل خلالها تراجع محسوس في تشكيلة وكثافة الغطاء النباتي بالمقارنة مع الزمن الثالث عامة وفترة البليوسين بصفة خاصة (17)، وقد سجل هذا التراجع اساسا لدى الانواع الدخيلة على اوربا (Exoti-ques) مع بقايا بعض الصنوبريات والجوزيات (Juglandacées) في السهول والمنخفضات وفي المرتفعات ؛ كما سجل توقف لزحف النباتات الالفحرارية (Thermophiles) حيث لم تتعد خطوط العرض التي بلغتها خلال فترة البليوسين، كما بدأت هجرة بعضها نحو جنوب اوربا وجنوب شرق امريكا الشمالية وشرق آسيا مثل المغنوليات (Magnoliacées) مثال على ذلك تطور مجال الزنبقية (Tulipier) ومجال شجرة السيكويا :

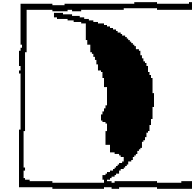
(16) لقد اكدت الدراسات المخبرية بان هذه الفترات رغم انتعاش في درجة الحرارة وكمية الامطار لم تكن كافية لنجاح اعادة «تشجير» ما تم تدميره خلال الطفح الجليدي ؛ ومن جهة اخرى فالطفح الجليدي لم يصب معظم مناطق العالم، فمثلا في المناطق الاستوائية باستثناء بعض المناطق الجبلية ظلت الحرارة والامطار كما هي عليه حاليا.

(17) تقول بعض الدراسات ونتائج الابحاث الماكرو والميكروبوغية ولقاحية بان هذا التراجع بدأ مع نهاية الفترة البليوسينية.

الخريطة 1 تطور مجال الزنبقية (Tulipier)

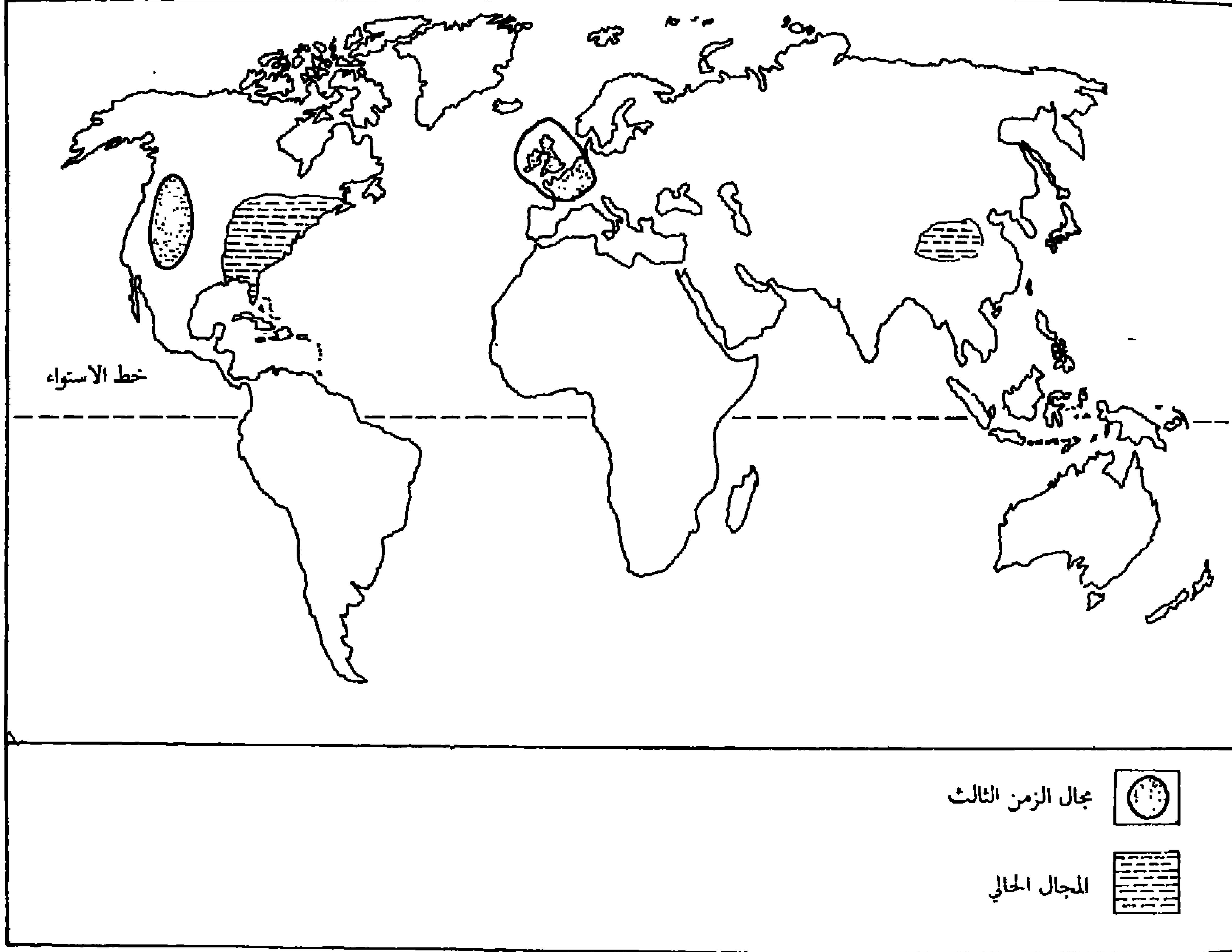



الحالة خلال الزمن الثالث


المجال الحالي

Présenté par Polunin, simplifié par Elhaï (H), op. cit. p : 128

الخريطة 2 تراجع مجال السيكويا (Sequoïa)



Proposé par Polunin (N) ; op. cit . p : 97

وقد حدث نزوح النباتات امام قساوة المناخ عبر ثلاث محاور اساسية غالبا ما كان يؤثر فيها عامل التضاريس كانتصاب الجبال وتداخلها مع المنخفضات، وذلك :

- بشرق آسيا،
- بمحاذاة السلاسل الجبلية بامريكا الشمالية،
- باتجاه وسط وغرب اوربا.

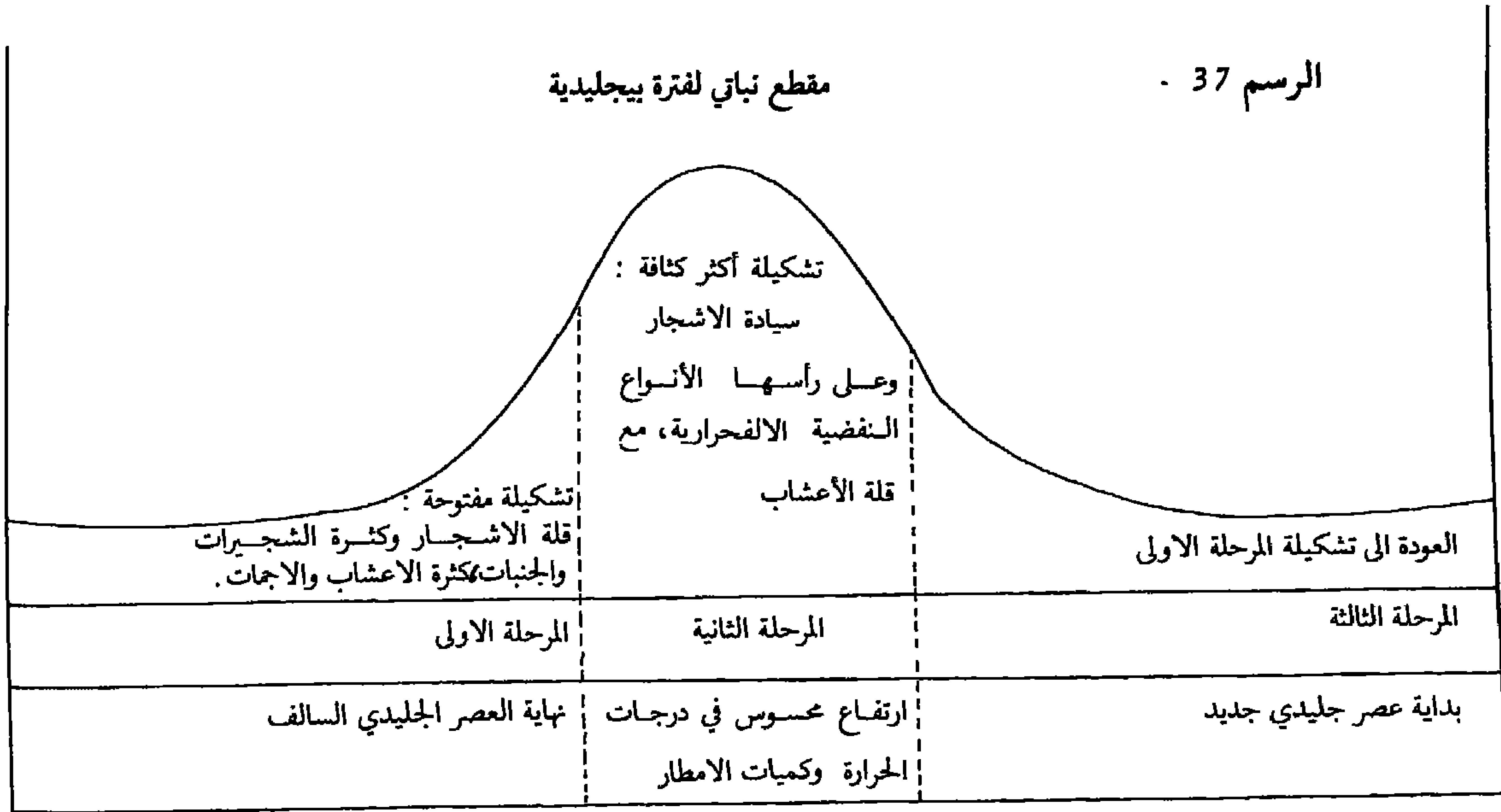
بالنسبـة للمحـور الاول فقـد ادى نزوح النبـاتـات الجلَد حرارية (Eurythèrmes) مثـل الصنـوبريات إلى إغناء المناطق المنخفضة من شرق آسيا (الصين) حيث يوجد خليط من الاشجار النفضية والدائمة الخضرة النازحة من الشمال (انظر الخريطتين 12 و13).

نفس الشيء حدث عبر المحور الثاني حيث ادى نزوح النباتات نحو جنوب وجنوب شرق امريكا الشمالية الى تنوع وكثافة الغطاء النباتي يشبه مناطق آسيا الشرقية (انظر الفصل الثالث من نفس الباب).

الا ان ما حدث في اوربا الوسطى والغربية يخالف في عدة تقاطعات ما حدث عبر المحـورين الاول والثـاني، ذلـك ان وجود مرتفعات جبلية عرضية وشبه عرضية (الالب، الكاربات، البرانس . . .) وكذا قرب السواحل الشمالية للابيض المتوسط ادى الى ايقاف الزحف وإفقار الحصيلة النباتية الشيء الذي سيؤثر فيما بعد في طريقة ومستوى اعادة تعمير النباتات للمناطق المهجورة آنفا (18)، وغالبا ما كانت تحدث هذه العملية خلال الفترات الفاصلة بين عهْديْن جليديين.

2 . 2 . 1 الانتعاش البيْجليدي :

تميزت الفترات البيْجليدية بانتعاش محسوس في درجات الحرارة وكميات التساقطات السـائلة، الشيء الـذي ساهم في انتعـاش العشائر النباتية على مستوى الكثافة والصنف وخصوصا على مستوى اعادة تعمير المناطق التي طمسها الزحف الجليدي السالف.
والرسم : التالي يلخص تطور الغلاف النباتي خلال فترة بيجليدية :



Elhaï (H), op. cit. p : 132

(18) ما يمكن ملاحظته حسب خطوط العرض وخطوط الطول يمكن تسجيله ايضا عبر منحدرات الجبال الكبرى، ذلك ان شدة البرودة وتراكم الجليد وزحفه ادى الى نزوح النباتات عبر المنحدرات نحو الاسفل وصعودها التدريجي عندما تلطف الاحوال المناخية على المدى الطويل.

ويمكن تصور الاصناف النباتية وكثافتها عبر مقطع لارسابات بوغية ـ لقاحية تفصح عن الانتعاش البيومناخي خلال الفترة البيجليدية (19).

الرسم 38 مقطع بَوْغي ـ لِقاحي لارسابات بيْجليدية

		انتشار التنوب والنيرية وجار الماء والصنوبر، ارتفاع في كثافة الاعشاب الالفبردية وظهور الأجمات الخلنجية والقزميات الجلد حرارية.
	انتعاش الحرارة وكثافة الامطار	
	سيادة الاشجار خصوصا منها النفصية . الدردار، السنديان، الزيزفون، النيرية البلوطية، التنوب، جار الماء، الراتينجية.	العودة الى قساوة المناخ السابق
نهاية فترة بيجليدية سابقة		
أنواع جلد حرارية فوقها بقايا القزمية والصنوبر ثم الشيح البتولة والاعشاب الجلد حرارية.		
قاعدة المسار	وسط المسار	نهاية المسار

Elhai (H), op. cit, p : 132

3 . 2 . 1 خريطة الزحف الجليدي الاخير (Würm) (20)

ان الانتعاش الذي سُجل في درجات الحرارة وكميات التساقطات خلال الفترات البيجليدية لم يكن كافيا في الكثافة الزمانية والمجالية لنجاح اعادة تعمير المناطق التي غمرها الطفح الجليدي، الشيء الذي لم يساعد النبات على العودة الى مستوى الزمن الثالث ؛ ومن جهة اخرى، ورغم الانتعاش المسجل خلال الفترات البيْجليدية خصوصا منها الفترة الكروميرية (Cromérien) نسبة لمنطقة كرومر بابريطانيا العظمى خلال الرباعي الاوسط (Günz- Mindel) ؛ والفترة الايمية (Emien) بمنطقة أفربيرجين (Averbergen) شمال المانيا خلال الرباعي الاعلى (Riss - Würm) ؛ رغم هذا كله فإن الزحف الجليدي الاخير (Würm) كانت

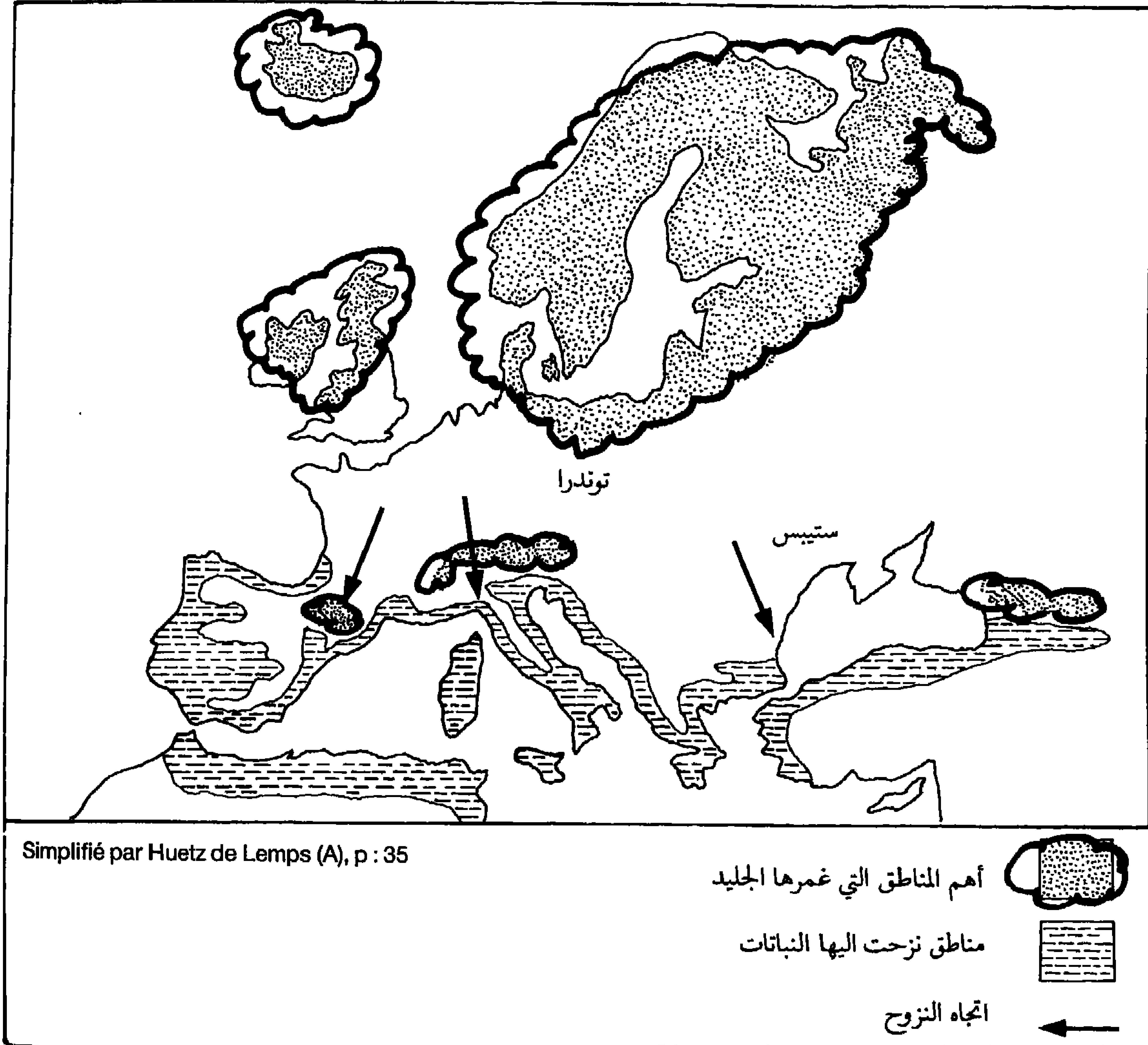
(19) لقد اكد عالم النبات «هنري إلهاي» بان التتابع الكامل او الجزئي لفترات الانتعاش النباتي خلال الفترات البيْجليدية قد تأكد لعشرات المرات في المانيا والبلاد المنخفضة والجزر البريطانية وبولونيا وروسيا. كما تؤكد نتائج الدراسات الباليونباتية بان المناخ الذي ساد خلال هذه الفترات ـ على الأقل في اوربا المعتدلة ـ كان اكثر دفئا ورطوبة من المناخ الحالي (El Haï (H), op.cit, p: 133).

(20) Revue Science et vie, op. cit, p : 144

له الكلمة الفاصلة في إتلاف عدة أجناس وأصناف من النباتات وهجرة بعضها (21)، الشيء الذي احدث تغييرا كبيرا في الخريطة النباتية بخطوط العرض العليا والمتوسطة خصوصا باوربا القارية والغربية (22).

والميزة الثانية للعصر الفورمي تتمثل في الانطلاقة السريعة والمكثفة لعملية تعمير المناطق الجرداء من طرف الاصناف النباتية المطرودة أو الدخيلة مباشرة بعد تلاشي الكتل الجليدية الضخمة وتراجع درجات البرودة التي سجلت ادنى مستوى لها مع اقتراب نهاية العصر الجليدي (Tardiglaciaire) . والخريطة التالية تقربنا من اقصى حدود الزحف الجليدي منذ ما يقرب من 15000 سنة من الوقت الحاضر :

الخريطة : 3 الحالة البيومناخية في أوربا خلال العصر الجليدي الاخير



(21) لقد أكدت الدراسات المختصة بان درجة الاتلاف وتواتر هجرة النبات خلال العصر الجليدي الأخير كانت متقطعة بسبب تواتر فترات جد باردة : (مقاومة البتولة القزمية، حورية الغابات، القنطريون الأنبوبي . . .) او متوسطة البرودة (Stades) : سيادة السنديان، النيرية البلوطية، المران، الراتنجية) واخرى شبه دافئة (Interstades) مع سيادة البندق والدردار . . .

(22) لقد ذهب معظم النباتيين الى ان آثار الزحف الجليدي الاخير تبدو واضحة في المقاطع النباتية للمناطق التي خضعت لهذا الزحف

والترنجان البري (Bleuet sylvestre) والغاسول الرومي الشائك (Argousier) .

وما يمكن ملاحظته بالنسبة لخطوط العرض يلاحظ ايضا في المرتفعات الجبلية حيث ادى انخفاض الحرارة وتراكم الجليد وخصوصا زحفه عبر المنحدرات الى تقلص المجال النباتي واندثار عدد كبير من الاجناس النباتية وفروعها وهجرة البعض الآخر الى اسفل المنحدرات حيث اختلطت بالاصناف المهاجرة من الشمال بالنباتات الاصلية المنتشرة على طول سواحل اوربا المتوسطية (الخريطة رقم 3).

والجدول التالي يقربنا من ادنى المستويات التي نزلت اليها ألسنة الجليد خلال العصر القورمي :

الجدول 9 : مستوى نزول الجليد خلال العصر القورمي في بعض الجبال

موقع الجبال	مستوى نزول الجليد
الجرجرة بالجزائر	1900 م
الواجهة الشمالية لجبال الالب	1100 م
الواجهة الشمالية لجبال الڤوزج	700 م

Source : Elhaï (H) op.cit, p : 139 - 140.

وهكذا يتضح ان ما انتعش من جديد من النباتات خلال الفترات البيْجليدية السالفة أتلفه الزحف الجليدي القورمي ؛ الا ان ما يميز هذه الفترة هو الانطلاقة المكثفة التي عرفتها عملية إعادة تعمير «وتشجير» المناطق المنكوبة مباشرة بعد نهاية العصر القورمي وربما قبل نهايته بالنسبة للنباتات الالفبردية (Cryophiles) .

4 . 2 . 1 ما بعد الطفح الجليدي الاخير (Post glaciaire) :

بعد تراجع الطيات الجليدية او تلاشيها تدريجيا انطلقت النباتات في العودة الى الموطن الاصلي ومعها اخرى دخيلة في اتجاه جنوب ـ شمال بالنسبة لخطوط العرض ومن الاسفل نحو الاعلى عبر منحدرات الجبال.

وقد عمل الدارسون على إتمام مسلسل التطور الپاليو نباتي بدراسة الارسابات البوغية ـ اللقاحية والمتحجرات النباتية ومخلفات الحيوان وحضارة الانسان من ادوات ؛ وقد جاءت تقاطعات ابحاثهم بنتائج متشابهة في كل من شمال فرنسا وبلجيكا والمانيا الغربية وجنوب انجلترا، واجمعت على تقسيم التاريخ الپاليونباتي الى ستة فترات بَعْدجليدية اساسية :

أ ـ **الجليد المتأخر** : (Tardiglaciaire) - (11 000 سنة قبل الحاضر) : تتميز هذه الفترة باستمرار الحرارة المنخفضة وسيادة النباتات المتحملة لشدة البرودة وهبوب الرياح الجافة وقصار الصفصاف وانواع صنوبرية (23).

بـ ـ **القُرْبشمالي** (10.000 ـ 9.000 سنة Préboréal) خلال هذه الفترة سُجل انتعاش محسوس في درجات الحرارة ورطوبة الجو ولطافته مع ظهور البتولة الأزغبية المعروفة حاليا والصنوبر البري والدردار والسنديان والبندق...

ج ـ **الشمالي** : (9000 ـ 7000 سنة : Boréal) : سُجل انتعاش ملحوظ في درجة الحرارة وجفاف الجو، وقد سجل تراجع للبتولة والصنوبر البري من بعض المناطق أمام زحف البندق والسنديان والزيزفون والبلوط الاخضر وبعض النجيليات.

د ـ **الاطلنتي** (7000 ـ 5000 سنة : Atlantique) : هذه الفترة عرفت أعلى درجات للحرارة (24) ورطوبة الجو مما ساهم في تكثيف عملية التعمير وإغناء المروحة النباتية بأجناس وأصناف جديدة تولدت عنها غابات نفضية مختلطة اشتملت بالاساس على الزيزفون، الدردار، المران وجارة الماء، بالاضافة الى الأنواع الموروثة عن الفترات السالفة كالصنوبر والبتولة (بنسب ضعيفة) والسنديان بفروعه الثلاثة : الذنيبي، الأزغب واللاطيء، وكذا البلوط الاخضر والبندق والنجيليات والسرخسيات (Filicales) .

هـ ـ **القابشمالي** (5000 ـ 2500 سنة : Suboréal) : خلال هذه الفترة سُجل تراجع في درجة رطوبة الجو ودرجات الحرارة مما سبب في تراجع بعض الأصناف الالفرطوبية مثل الدردار والبلوط الاخضر والبندق وبعض النجيليات والسرخسيات، وانتشرت غابات الزان والتنوب في غرب ووسط اوربا وفي الجبال، فيما سادت الراتنجية في وسط أوربا الأكثر قساوة. إلا أن معظم الباحثين ذهبوا الى أن تراجع بعض الانواع النباتية وربما اندثارها يعود بالاساس الى عمليات الاجتثاث والاتلاف من طرف الانسان الذي بدأ يهتم بالفلاحة وتنظيم المجال الحيوي (25) (Cultivateurs campigniens) .

و ـ **القابأطلنتي** : مع سيادة المناخ الرطب الدافيء تمددت جبهات زحف الغابات (الزان ـ النيرية البلوطية) حيث وصلت الى جنوب انجلترا ؛ رغم ان هذا لم يشمل إيرلندا بسبب موقعها وقسوة مناخها.

بعد هذا العرض يتأكد أن لتاريخ هذه المراحل البعد جليدية اهمية كبرى خصوصا من زاوية طبعها لنباتات بعض المناطق بطابع لا زال حاضرا وملحوظا لحد الآن.

والرسم التالي يلخص اهم مراحل تعمير النباتات للمناطق المهجورة خلال الفترة ما بعد العصر الجليدي :

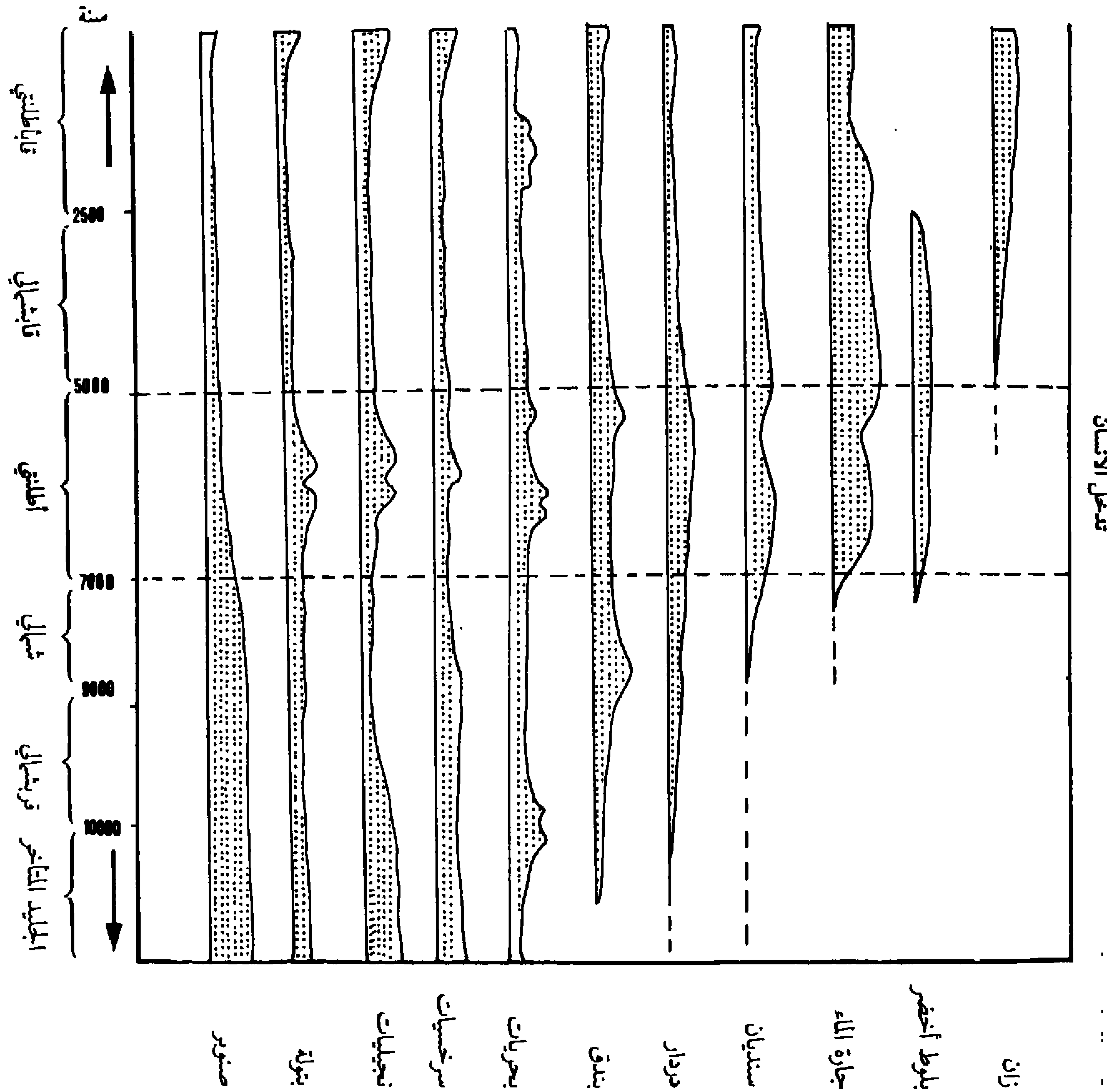
---

(23) لقد سجلت المقاطع اللقاحية ـ البوغية بان ظهور الصنوبر بكثرة خلال هذه الفترة لم يكن شاملا وانما تركز في المناطق الغربية الخاضعة للتيارات الاطلسية الملطفة (Huetz de lemps. op. cit, p : 33) .

(24) لقد ذهب بعض الباحثين الپاليونباتيين والپاليومناخيين إلى ان هذه الفترة ـ على الأقل في اوربا الغربية ـ سجلت أعلى درجات للحرارة (optimum climatique) فاقت بدرجتين او ثلاث مستوى الحرارات العليا المسجلة في الوقت الحاضر (Huetz de lemps : po. cit. p : 34).

(25) لقد دلت بعض الحفريات على ان إنسان هذه الفترة وباوربا الغربية كان يعتمد في حياته اليومية على ادوات صنعها من اخشاب بعض الاشجار التي سُجِّلَ تراجعها منذ ما يقرب من 3000 سنة.

الرسم 39 : بيان بوغي مختصر يوضح مراحل الانتعاش النباتي خلال فترة ما بعد الطفح الجليدي (غرب فرنسا)



Elhaï (H) o.cit : p : 137
Huetz De Lemps (A) o.cit. p : 33

لقـد أجمـع العلماء على صعـوبة تحديد فترات الانتعاش البيومناخي بعد العصور الجليدية السالفة ؛ وقد اختلفوا ـ رغم أهمية النتائج المحصل عليها ـ حول البراهين والأدلة الملموسة المعتمـد عليها في الدراسات والتحاليل البوغية واللقاحية ؛ ومن هنا جاءت صعوبة ضبط طريقة ومستوى ونوعية الانتعاش البيومناخي ومارافقه من عملية تعمير المناطق التي خضعت

للزحف الجليدي ؛ الا ان المسلم به هو حقيقة التتابع المناخي لثلاث مراحل اساسية :

- ارتفاع تدريجي ومحسوس لدرجات الحرارة،
- كثافة وسيادة الأصناف الالفحرارية،
- تراجع للاشجار الالفحرارية والظهور التدريجي للأصناف السائدة حاليا خصوصا في خطوط عرض أوربا وأمريكا الشمالية.

وما لوحظ بالنسبة لأوربا المعتدلة والقارية خلال الفترات البعدجليدية قد أكد العلماء حدوثه مع تقارب كبير في أمريكا الشمالية، حيث توالت عملية هجرة النبات امام زحف الجليد نحو الجنوب والجنوب الشرقي حيث وجدت ملاجيء هامة ازدهرت فيها العشائر النباتية قبل الانطلاق من جديد في عملية تعمير مناطق الوسط والشمال والغرب.

والجدول التالي يوضح مدى تقارب الوضعية في امريكا الشمالية مع الوضعية في اوربا المعتدلة والقارية خلال نفس الفترة (26).

الجدول 10 :

الفترات البَعْد جليدية بامريكا الشمالية والتطورات البيومناخية

الفترات البعد جليدية	نوع المناخ السائد	اهم الاصناف النباتية
قربشمالي Préboréal	بارد	تنوب sapin راتنجية épicéa
شمالي Boréal	حار وجاف	صنوب pin جوز noisetier
أطلنتي Atlantique	حار ورطب	سنديان chêne تزوكا tsuga زان hêtre
قابشمالي Subboréal	حار وجاف	سنديان chêne جوزية قارية hichory
قابأطلنتي Subatlantique	رطب بارد	راتنجية épicéa سنديان chêne زان hêtre

Huetz de Lemps, op. cit ; p : 35

Polunin (N), op. cit, p : 115

(26) لقد اكدت الدراسات المختصة بان هذا التقارب بين اوربا وامريكا الشمالية لم يكن شاملا حيث تدخلت عدة عوامل منها ضعف الزحف الجليدي وشساعة المساحة ووجود ملاجيء هامة لتبرير غنى وكثافة الغلاف النباتي الحالي بامريكا الشمالية بالمقارنة مع أوربا المعتدلة.

وقبل ختم هذه الفقرة تجدر الاشارة الى أنه لا يمكن التطرق لظروف تطور العشائر الپاليونباتية خلال الزحف الجليدي؛ وخصوصا بعد تلاشيه بمعزل عن الكتل الجبلية التي كانت تكوّن في نفس الوقت حاجزا امام زحف الجليد ومقرا له وعائقا امام هجرة النباتات وملجأ للمهاجر منها .

1.2.5 حالة الجبال في الفترة البعد جليدية :

لقد سبق ان اشرنا،بان جبال خطوط العرض العليا والمتوسطة ـ وبسبب ارتفاعها ـ خضعت بدورها لعملية «تعرية جليدية» ادت الى اتلاف عدة اجناس واصناف نباتية ونزوح بعضها عبر السفوح نحو الاسفل حيث اختلطت مع نباتات المنخفضات. وخلال الفترة البعد جليدية دخلت الجبال في مرحلة تعمير بواسطة النباتات «الصاعدة» عبر المنحدرات وذلك حسب درجة انحدارها وخصوصا توجيهها ؛ مع الاشارة الى ان تعمير النبات لمنحدرات الجبال تم بطريقة متأخرة بالمقارنة مع السهول المجاورة.

إن أهم الدراسات التي قام بها الباحثون شملت جبال خطوط العرض الوسطى باوربا وامريكا الشمالية ؛ وقد جاءت بنتائج جد متقاربة مع نتائج المقاطع الپاليونباتية للسهول : فتدرج عملية التعمير حسب خطوط العرض يقابلها تقريبا تدرج في عملية تعمير المنحدرات رغم ما قد تُدْخِلُه من تعديل عوامل الموقع والضخامة ودرجة الانحدار والتوجيه على الخصوص، وتتجلى اوجه التقاطع فيما يلي :

- ادى ارتفاع درجات الحرارة وتقلص مستوى الرطوبة في فترة الشمالي (Boréal) إلى ظهور نبات يتكيف مع هذه الظروف كالصنوبر والجوز.
- خلال فترة الاطلنتي (الرطب الدافيء) ازدهرت على السفوح الغابات النفضية المختلطة (السنديان، الدردار، المران، الزيزفون. . .) ؛ وقد ساعدت هذه الظروف الملائمة على ارتقاء الاشجار النفضية الى مستوى 1200 م بينما لا تتعدى حاليا مستوى 700 م (في جبال القوزج مثلا بشرق فرنسا).
- وعندما انخفضت درجات الحرارة من جديد مع استمرار الرطوبة خلال فترة القابأطلنتي ازدهرت انواع شجرية كالزان والتنوب والراتنجية . . .

وقد جاء عالم النبات السويسري Walten بنتائج هامة إثر دراسات ميدانية قام بها في جبال الالب السويسرية (Alpes bernoises) اكدت مدى تقاطع نتائجها مع دراسة تطور العشائر النباتية في المنخفضات المجاورة.

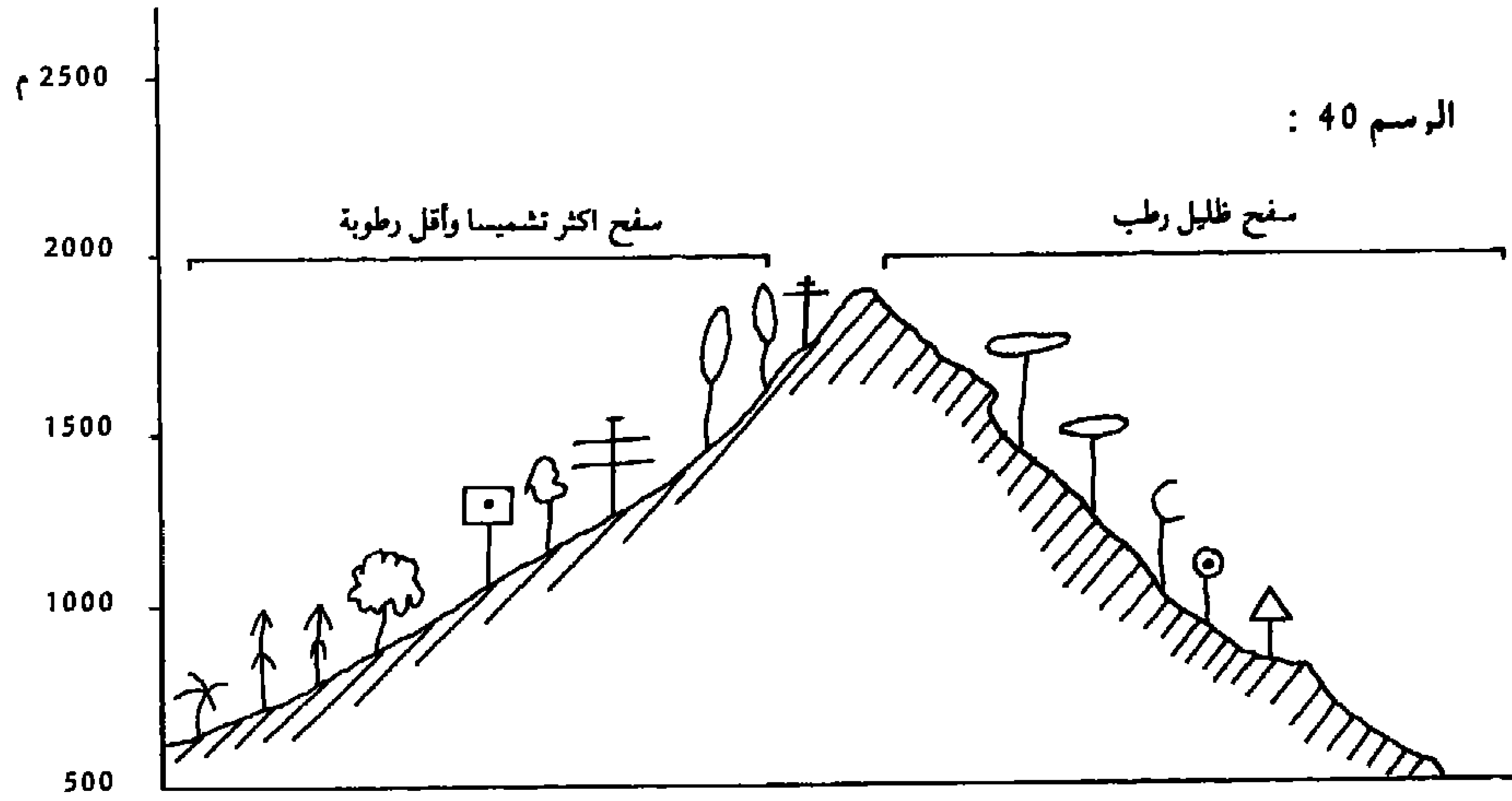
وتكمن اهمية هذا النموذج المدروس من طرف «فَلْتِينْ» في عامل الارتفاع (بين 460 و2300 م)، والعامل الثاني يعود للتوجه نحو الشمال (الواجهة المطلة على مدينة بيرن). وهذان العاملان أثرا بشكل ملحوظ في مستوى ودرجة التعمير النباتي وخصوصا في نوعية النبات المعمر، وكذا بداية التعمير التي غالبا ما كانت تتم بفارق آلاف السنين بالمقارنة مع السهول المجاورة ؛ مثلا بعض الاصناف الالفحرارية كالجوز والدردار والزيزفون والمران والبلوط الاخضر لم تظهر الا مع نهاية فترة الشمالي (9000 ـ 7000 سنة)؛ بينما في السهول ظهرت وازدهرت منذ بداية هذه الفترة وربما مع نهاية فترة القربشمالي (10000 9000). مثال آخر للتشابه يكمن في كون البتولة والصنوبر البري ظهرا في الجبال (على ارتفاع 1200 م) ـ وكما حدث في السهول ـ منذ فترة الجليد المتأخرة (11000 سنة) وذلك قبل التراجع التدريجي امام الاصناف النفضية الالفحرارية والالفرطوبية.

لكن التنوب لم يظهر الا خلال فترة الاطلنتي (7000 ـ 5000 سنة) وان كانت الأرزية (mé-lèze) قد ظهـرت منذ فترة الشمالي في المستويات الدنيا فإنها قد ارتفعت الى مستويات عليا تدريجيا (2000 م) تمشيا مع الظروف المحلية وخصوصا مع تردي الظروف المناخية الجبلية.

وإذا كان عامل التوجه يلعب حاليا دورا اساسيا في كثافة النبات وتوزيعه وتدرجه فانه قد ظل يلعب هذا الدور منذ القديم : فخلال المرحلة البعدجليدية ـ وانطلاقا من نتائج الابحاث الپاليونباتية ـ تبين ان سفوح الجبال التي خضعت للطفح الجليدي سجلت تباينا واضحا فيما يتعلق بنوعية وكثافة النباتات المستوطنة لها بعد تراجع الجليد (27).

مثال من جبال الالب السويسرية حيث سُجل تباين بين السفوح الشمالية والسفوح الجنوبية :

الرسم 40 ظاهرة التوجه في البيئة الجبلية (الفترة البعد جليدية)



جارة الماء	Aulne	قسطل	Châtaignier
أرزية	Mélèze	تنوب	Sapin
بتولة	Bouleau	زان	Hêtre
راتنجية	Epicéa	جوز	Noisetier
صنوبر	Pin cembrot	سنديانية مختلطة	Chênaie mixte

El Haï (H) op. cit p : 140

(27) El haï (H), op. cit, p : 142 .

وفي إطارهذا التدرج والتوجه لم تقم النباتات بعملية الاستيطان للسفوح خلال الفترة البعد جليدية بنفس الوتيرة الكرونولوجية.

في ختام هذه الفقرة نشير الى ان عملية تتبع مراحل استيطان النبات لمجال بكر، اذا كانت تبدو صعبة في العصور القديمة، فإنها تبدو سهلة في الوقت الحاضر نظرا لتوفر امكانيات التحري الميداني وتوفر عناصر التحليل التاريخي لفترات معينة.

وكما تأكدت صعوبة تحديد المجالات النباتية في العصور السالفة فإنها تبدو سهلة في الواقع الحالي رغم تطورها الزماني والمجالي.

2 ـ مفهوم المجال النباتي المتطور (Espace floristique evolué) :

لا يمكن حصر النباتات ودراسة خصائصها عامة الا بضبطها ومعاينتها خلال مراحل تطورها داخل نطاق معين يطلق عليه اسم المجال (Aire) (28). وحدود المجال قد تخص الجنس والصنف والعائلة.

وتتميز دراسة مجال النباتات بالاعتماد على عدة عناصر :

- موقعها حسب خطوط العرض وخطوط الطول وحسب الارتفاع . . .
- شكلها العام : متصلة، منفصلة . . . عالية، قصيرة . . .
- مساحتها الاجمالية، ولهذه علاقة مع العنصرين السالفين. .

2.1 تنوع المجالات النباتية :

ان مجالات توزيع النباتات جد متنوعة، ويصعب مطابقة مجال مع مجال آخر، إلا انه يسهل تصنيفها حسب المساحة والشكل الى مجموعة اصناف كبرى:

2 . 1 . 1 مجالات عالمية التوطين (Aires cosmopolites)

نُعتت بذلك بسبب امتدادها لمعظم مساحات سطح الارض، رغم ان هذا المعيار صعب التحقيق بالنسبة لبعض الاصناف النباتية : على مجموع 000 . 160 صنف 25 نوعا فقط هي التي تمتد مجالاتها على مساحة 50 ٪ من سطح الارض (29).

لكن بالنسبة لبعض العائلات، وهي منطقيا الاكثر انتشارا من الاصناف فتمتد على مساحات كبيرة (مثلا المركبات Composées والنجيليات Graminées ، السنفيات légumineuses وبعض السرخسيات Filicales).

وهناك مثال آخر للمجالات العالمية التوطين والتي يساهم الانسان في وجودها كالطفيليات (30) مثل الانجرة (ortie) التفاف العصاري (Laiteron) ، رِجْل الأوز الطبي (Chénopode) ، عدس الماء (lentille d'eau) وجار النهر (Potamot) .

---

(28) العلم الذي يهتم بهذا النوع من الدراسة يسمى بعلم توزيع المجالات النباتية (Chorologie) .

(29) الشيء الذي دفع بالعالم (Polunin) الى تسميتها بالمجالات النصف توطنية (semi-cosmopolites) والشبتوطنية (quasi-cosmopolite) .

(30) نفس الصنافة تخضع لها مجالات بعض الحيوانات مثلا مجال الذباب والكلاب والفئران التي يتعايش معها الانسان فوق سطح الارض.

2 . 1 . 2 مجالات حول أرضية (Aires circumterrestres) :

هناك من يطلق عليها اسم حولقطبية (circumpolaires) ونطاقية (Zonales) (31) ؛ وهي في الغالب مجالات تمتد حول الكرة الارضية متطابقة تقريبا مع خطوط العرض : مثل نطاق كاسر الحجر القطبي (Saxifrage) ونطاق النخيل والزيتون ؛ او حسب خطوط الطول مثل مجال الكافور الحولأسترالي والعلفيات الطولأمريكية :

الخريطة 4 : توزيع المجال الحول أرضي لبعض النباتات

خط الاستواء

مجال الكافور	Eucalyptus	مجال الزيتون	Olivier
مجال النخيل	Palmier	مجال العلفيات	Broméliacées
حدود مجال النخيل خلال الكريتاسي والزمن الثالث.			

El Haï (H) op. cit, p : 13 et 135
Lacoste (A) op. cit, p : 21

(31) بدورها تنقسم الى مجالات حولشمالية (circumboréales) مثل الكشمش (groseillier) وحول معتدلة (circumtempérées) مثل الريباس (Ribes) وحولمدارية (circumtropicales) مثل النخيل.

2.2 تنوع اشكال المجالات الطبيعية (32)

حتى وان توفرت الظروف الملائمة لا يمكن الحصول على مجالات مسترسَلة فوق سطح الارض وعلى مساحات كبيرة الا في حالات خاصة :

2 . 2 . 1 المجالات المسترسلة (Aires continues) :

إن الاسترسال المجالي لا يعني ان الصنف النباتي يمتد منفردا على مساحات كبيرة، بل سيادته داخل هذه المساحات هي التي تفصح عن استرسالية مجاله، والأمثلة كثيرة :

- مجال البلوط الاخضر (المتوسطي)
- مجال الزيتون (المتوسطي)
- مجال الزان (اوربا المعتدلة)
- مجال النخيل (حول مداري)
- مجال الكافور (حول أسترالي)
- مجال الصبار (طول أمريكي)

ويلاحظ من هنا ان المجالات المسترسلة تشتمل في الغالب على انواع المجالات السالفة الذكر (1 . 1 . 2 ـ 2 . 1 . 2) . كما أن بعض النباتات ومن خلال تاريخها القديم كانت تسجل مجالاتها اشكالا مسترسلة عبر القارات الخمس (مثلا النخيل الذي كان مجاله خلال الكريتاسي والزمن الثالث يشمل القارات الخمس ويمتد حتى خطوط العرض العليا من نصفيْ الكرة الارضية : انظر الخريطة رقم 4).

2 . 2 . 2 المجالات المتقطعة (Aires discontinues) :

يطلق عليها ايضا اسم المجالات الغير المرتبطة (Disjointes) حيث تستوطن فصيلة نباتية مجالات متقطعة تفصلها آلاف الكيلومترات ؛ ويعود هذا التقطع الى عدة عوامل :

- العامل الپاليومناخي (الطفح الجليدي مثلا)،
- العامل الطوبوغرافي كانتصاب الجبال والبرك الكبرى،
- عامل البحار التي تفصل القارات،
- عامل المناخ والتربة اللذين يساعدان على ازدهار نفس الفصيلة في بيئة شبه مماثلة أو مختلفة عن البيئة الأصلية . . .

والامثلة في هذا الباب كثيرة جدا ومتنوعة بتنوع المجالات نفسها، حيث نجد اربعة انواع رئيسية من المجالات المتقطعة :

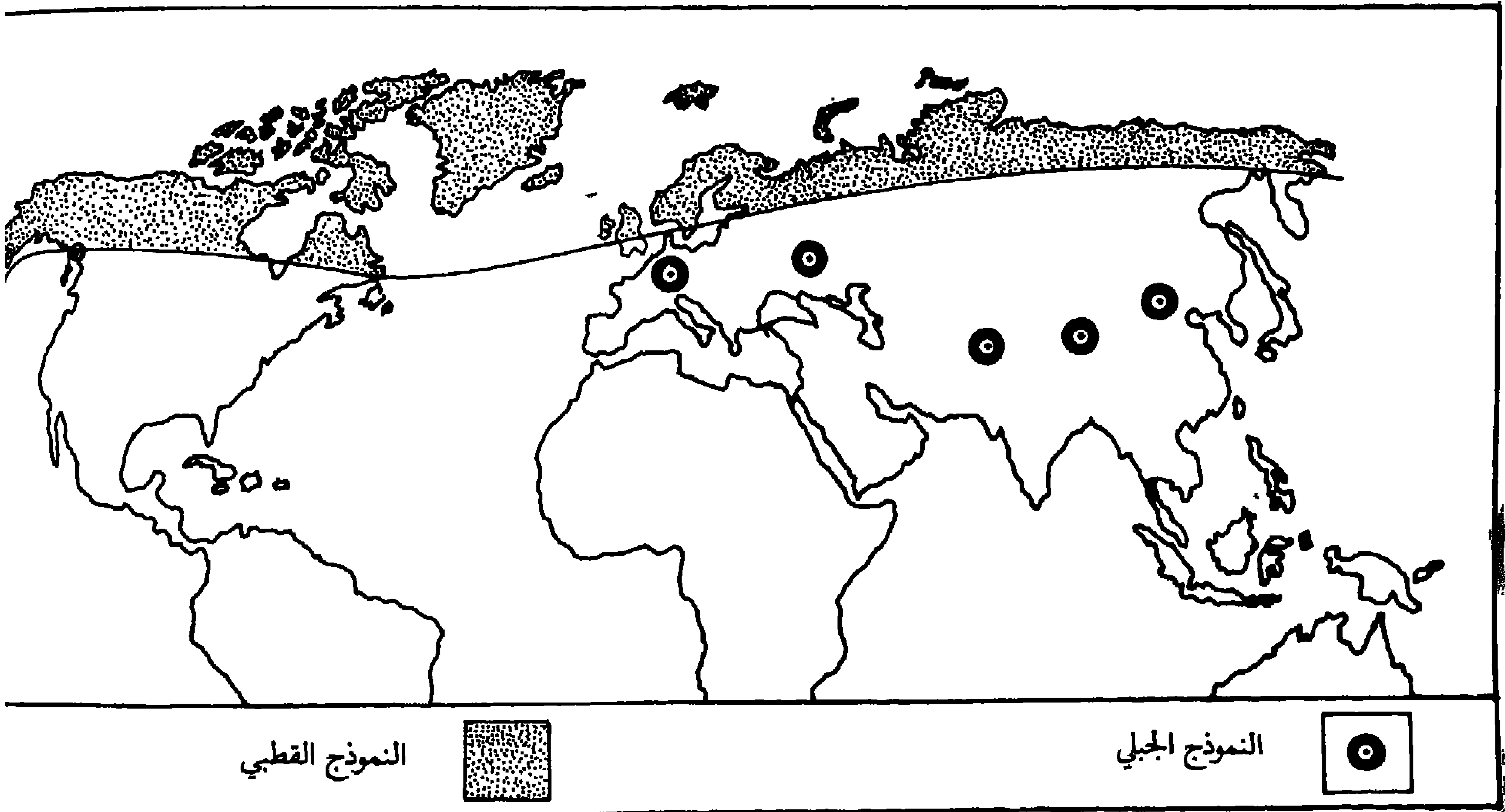
- مجال مبعثر (A. Diffuse) : عندما يتكون من عدة «قطع» متقاربة المساحة،
- مجال منشطر (Bipartite) : عندما يتكون فقط من جزئين غير متساويين (في جزئيْ الكرة الارضية . . .)،
- مجال ذو قطبين (Bipolaire) : عندما يتكون من جزئين متباعدين فيما بينهما الاول في القطب الشمالي والثاني في القطب الجنوبي،
- مجال علوي (Altitudinale) : ويتكون من جزئين : الاول على علو معين والثاني في منطقة نائية .

(32) عمل النباتيون على عدم إدراج الأصناف النباتية التي أدخلها الانسان ضمن المجالات الطبيعية، واطلقوا عليها منفردة اسم المجالات النباتية «الاصطناعية».

ومن هذا التنوع المجالي للنبات جاءت الامثلة كثيرة ومتنوعة نقف من بينها على النماذج التالية :

- النموذج القطبألبي (type arcto - Alpin) : ويطلق عليه ايضا اسم النموذج القطبجبلي حيث يشتمل على نماذج من المجالات النباتية من النوع العلوي - القطبي التي تسيطر فيها الاصناف الالفبردية او الجَلَدْ حرارية مثل الوردية الصغيرة (Petite rosacée) والصفصاف القزمي (saule nain) وكاسر الحجر (Saxifrage) .

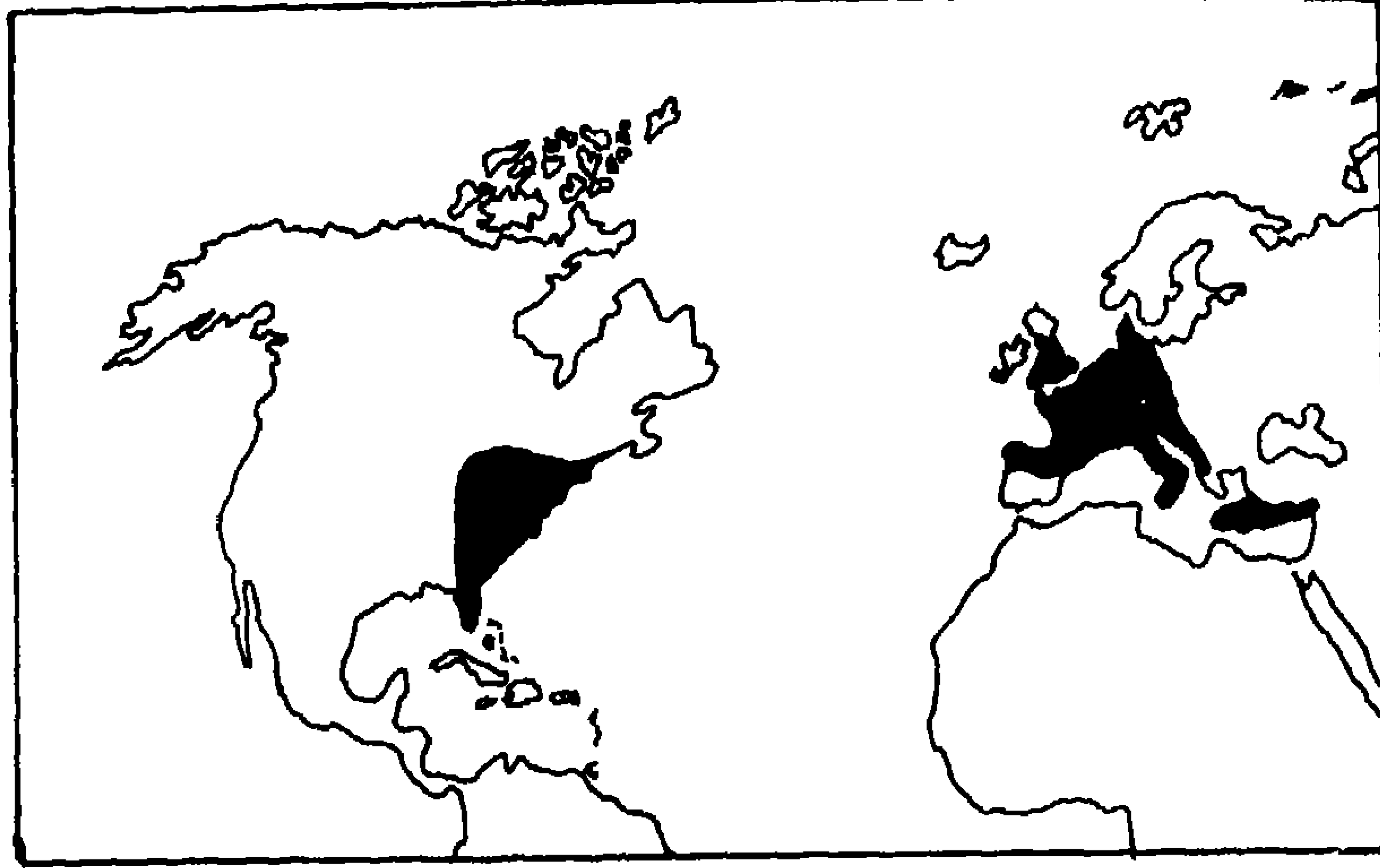
الخريطة 5 : نموذج المجال المتقطع ذي قطبين (كاسر الحجر)



Fourni par Hultén (E) corrigé et simplifié par Polunin p : 130

- النموذج شمال الأطلسي (type nordatlantique) : ويشمل مجالات متكونة من عدة «قطع» تنتمي الى قارتين : شمال المحيط الاطلسي (شرق امريكا الشمالية، وغرب اوربا المعتدلة)، مثال على ذلك يقدمه لنا مجال الزان الشمالي (Hêtre du nord) ونبتة السعادى المنقعية (Carex) والخذرية اللازهرية (lycopode) . والخريطة التالية تقربنا من مجال الزان شمال الأطلسي :

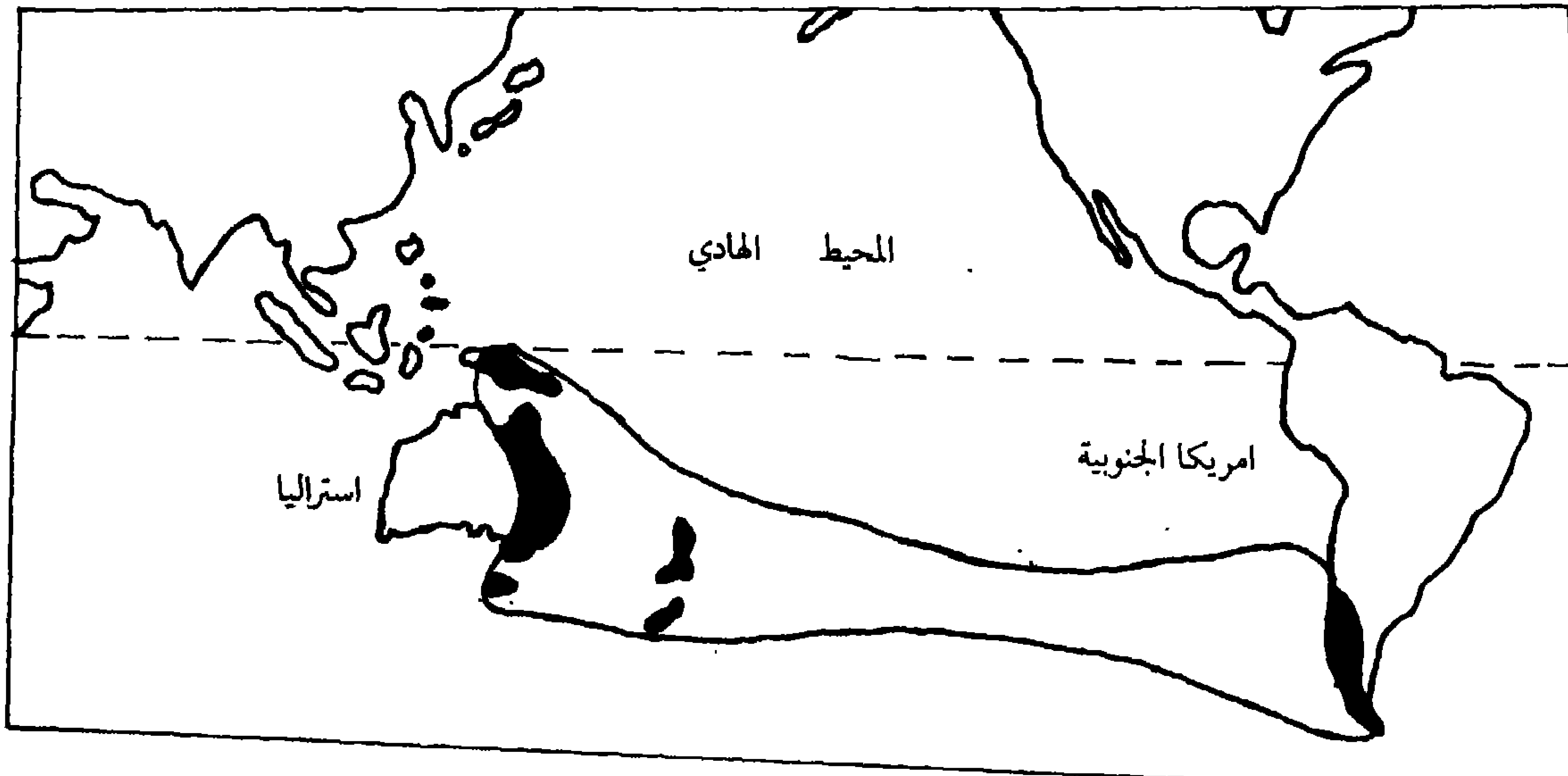
الخريطة 6 : النموذج المتقطع شمال الأطلسي (زان الشمال)



Présenté par Walter
Simplifié par Lacoste (A) op. cit, p : 13

- النمـوذج جنـوب الهـادي (type sud - pacifique) ويشمل المجالات النباتية المستوطنة لاراضي جنـوب الهـادي (امـريكـا الجنوبية، نيوزلندا، استراليا وبعض جزر المحيط الهادي) مثال على ذلك تقدمه لنا شجرة الزان الجنوبي (Nothofagus .hêtre du sud) :

الخريطة 7 : نموذج المجال المتقطع جنوب الهادي (زان الجنوب)



Présenté par Walter
Simplifié par Lacoste (A) op. cit, p : 13

- النموذج ذو قطبين (type bipolaire) : ويشمل فصائل نباتية تكون مجالات تتوزع بين القطبين مثل نبات الحجرية : Empêtre .
- النمـوذج طول أمـريكي (type nord-sud américain) : ويشمل مجالات تسيطر فيها فصيلة معينة تتوزع على اراضي شمال امريكا وجنوبها بطريقة متوازية او شبه متوازية مع خطوط الطول، مثال على ذلك : مجال عشبة الاباريق آكلة اللحوم (Sarracénia) :
- النمـوذج المتـوسط أطلسي (type mditerranéo-atlantique) : ويشمل مجالات متفرقة مستوطنة لاراضي شمال شرق البحر الابيض المتوسط واراضي غرب المحيط الاطلسي بعرض سواحل شرق الولايات المتحدة. مثال على ذلك مجال الدلب (Platane) .

من خلال هذه النماذج يتضح ان المجالات النباتية المسترسلة منها والمتقطعة كثيرة ومتنوعة الشكل والمساحات، ومن هنا جاءت صعوبة محاولة حصرها وضبط حدودها بدقة ؛ ومن جهة اخـرى إن مسـاحـات هذه المجـالات في تطور مستمـر (تصـاعديا او تنازليا) في حدودها واشكـالها، وهي على العموم تترجم ما آل إليه تداخل الظروف الطبيعية والبشرية الحالية والقديمة على الخصوص (الپاليومناخ، تدخل الانسان خلال فترة الاطلنتي).

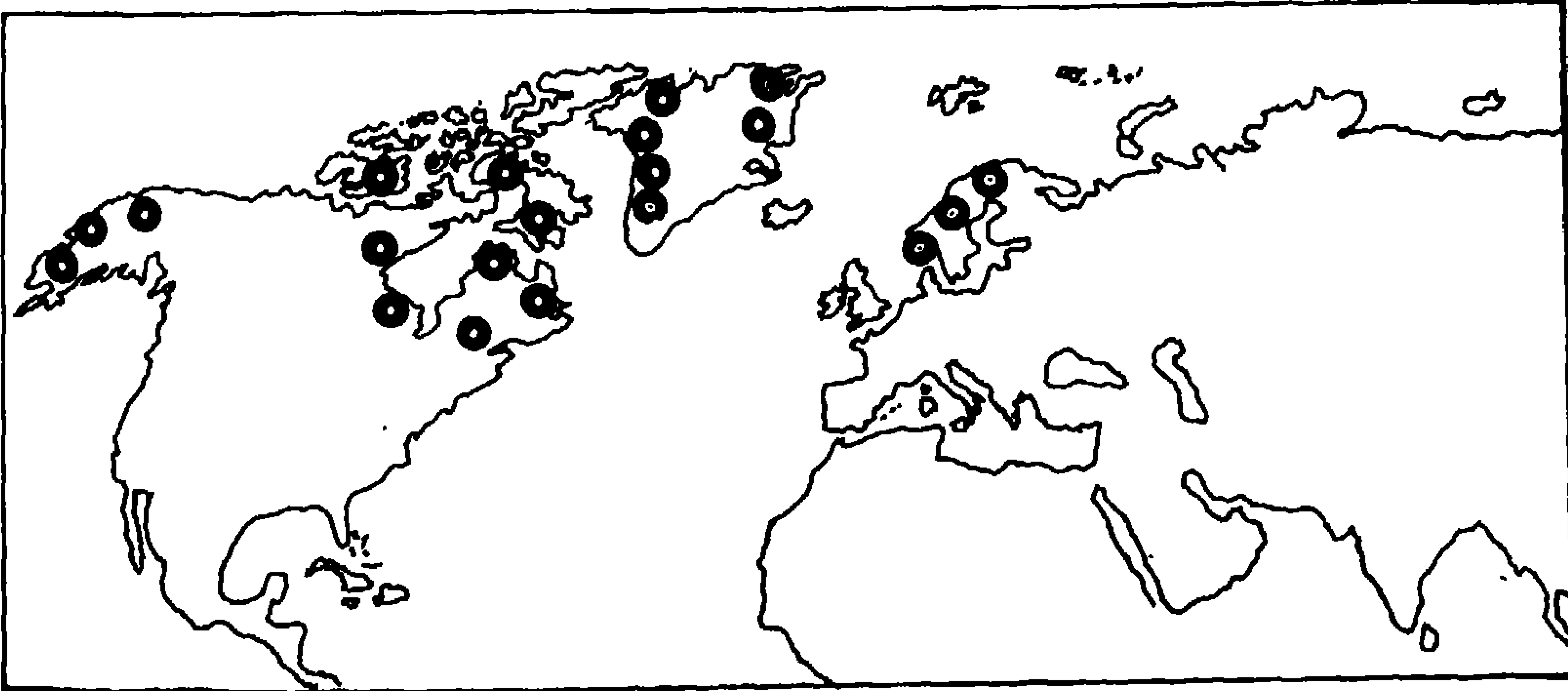
ومن ضمن ما تشتمل عليه المجالات المتقطعة المجالات الخليفة.

3 . 2 . 2 المجالات الخليفة (Aires relictes) :

ويطلق عليها ايضا المجالات الشاهدة (reliquats-témoins) وقد سبق ان اشرنا الى ان العشائر القديمة بلغت خلال الفترة البليوسينية ذروتها (ويمكن ان نطلق عليها اسم الذروة النباتية البليوسينية (phytoclimax du pliocène) ؛ الا أن الظروف المناخية اللاحقة دمرت جزءا منها وطردت الجزء الآخر الى جهات معينة، ومن بين هاته النباتات ما بقي مستوطنا لمناطق محددة تنطق شاهدة في نوعها وشكلها على تنوع وَغِنَى العالم النباتي سالفا.

ونورد أمثلة على ذلك عبر الخرائط التالية (33) :

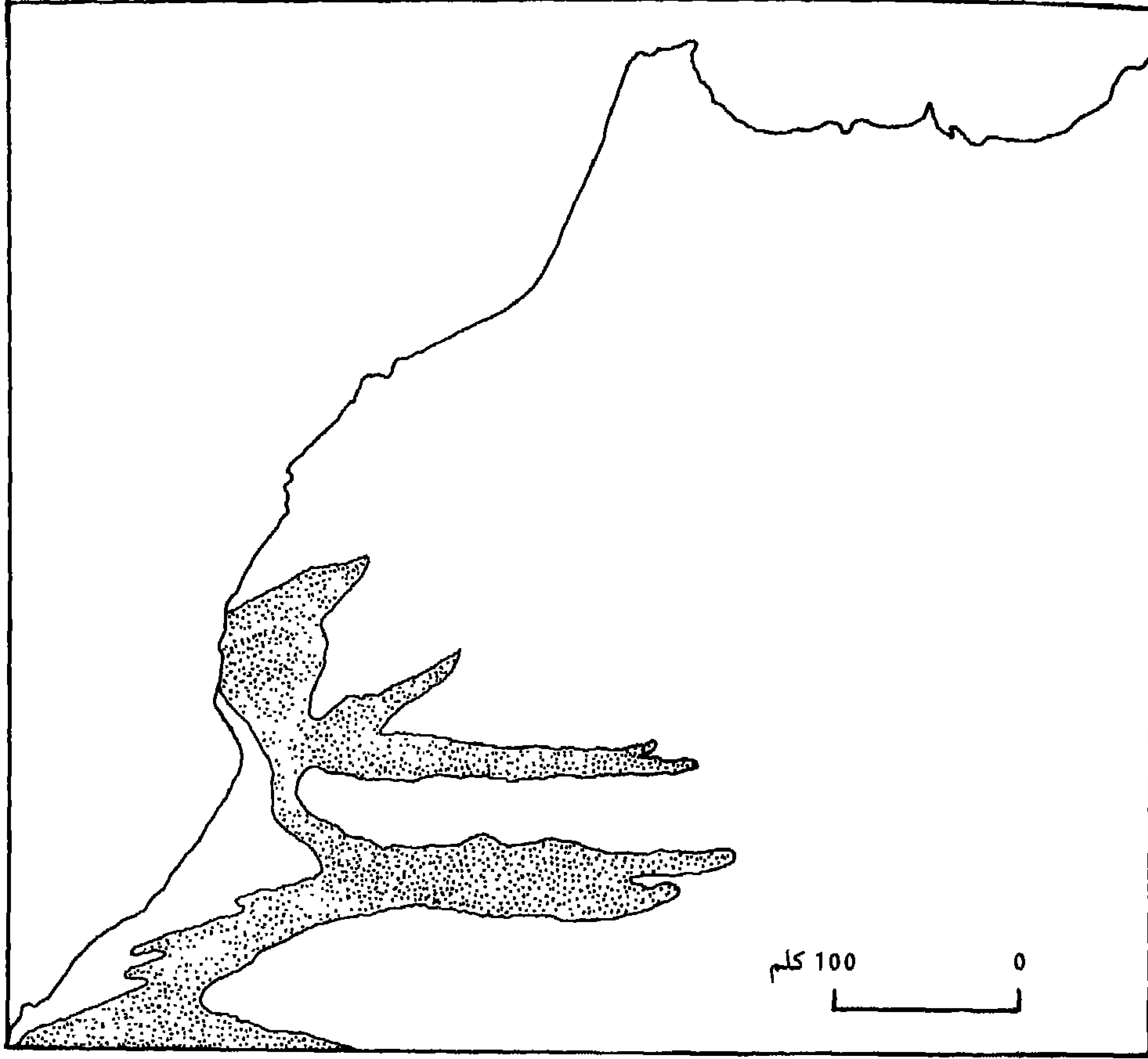
الخريطة 8 : نموذج من المجال الخليف القطبي (زهرة الرمال القزمية)



Polunin (N) op. cit p. 140

(33) امثلة المجالات الخليفة كثيرة منها مجال السيكويا بغرب الولايات المتحدة ومجال زهرة الرمال القزمية (Sablina nana) بالقطب الشمالي، ومجال قسطلة الماء (Trapa Natans) باسكاندينافيا، الخ . . . .

الخريطة 9 : نموذج من المجال الخليف بالمغرب (شجرة اركان)



Métro (A) : Forêts et ressources végétales (1958) planche, n° : 19 a

تتميز المجالات الخليفة بصعوبة تحديد خصوصياتها خصوصا منها الكرونولوجية اي تحديد انتسابها الى زمن باليونباتي معين ؛ ومن جهة اخرى قد يحدث تداخل بين مجالين خليفين : الأول صغير وقديم والثاني حديث وواسع يحيط بالاول (Aires reliques emboitées) ؛ والميزة الثالثة تكمن في كون المجال الخليف قد يلعب دور الموزع على المجالات المجاورة في حالة تحسن الظروف لاستقبال النبات من جديد يطلق عليها اسم المجالات الخليفة الرحالة (reliques migratrices) .

وعندما تتكون مجالات خليفة حديثة وثانوية انطلاقا من المجالات الخليفة الاصلية يطلق عليها اسم المجالات الشبه خليفة (Pseudo-reliques) .

وفي حالة احتلال الفصيلة النباتية لمجال خليف محدد المعالم يطلق عليه اسم الخليف المطلق (Relique absolue) ؛ وقد يحمل اسم الخليف المحلي (Relique locale) في حالة احتلال النبتة الخليفة لجزء معين من مجال اوسع.

وفي حالة تدخل الانسان والحيوان يتقلص المجال الخليف ويطبع بطابع التعرية الانسانية ويحمل اسم الخليف الحياتي (Relique anthropobiotique) .

وهكذا يبدو ان عملية تحديد المجالات النباتية وخصوصا منها المجالات الخليفة ظلت وستظل امرا صعبا بسبب اتساع المجالات وتقطعها وخصوصاً بسبب عدم توفر الوسائل المنهجية لدراستها والخروج بنتائج عملية سليمة ؛ وفي هذا الاطار يدخل عنصر آخر يعد وسيلة اخرى اساسية لمعاينة المجالات النباتية فوق سطح الارض وهو عنصر الاستيطان.

3 ـ مفهوم الاستيطان (l'Endémisme)

يطلق هذا المصطلح ـ رغم طابعه النسبي ـ على اجناس او فصائل من النبات استوطنت مجالاً معينا قد يكون الجبل، الوادي، الجزيرة، الشريط الساحلي او جزء من قارة (الصحراء مثلا).
وتتدخل عدة عوامل لتأكيد ظاهرة الاستيطان :

- عامل جغرافي : غمر بحري، انتصاب جبلي . . .
- عامل بيئي مناخي : حلول الجفاف، الجليد
- عامل وراثي : ظهور حالات العقم النباتي في منطقة دون اخرى.

ومن مجالات الاستيطان نورد الامثلة التالية :

- الاستيطان الخليف (Endémisme relictuel) : ويطلق عليه ايضا اسم الاستيطان القديم (paléo endémisme) ويشمل مجالا نباتيا معينا قد يشمل العائلة، الجنس او الصنف ولهذا يطلق عليه اسم الماكرواستيطان (Macroendémisme) الذي كان يشمل في الماضي البعيد مساحة أكبر من المساحة الحالية المتقلصة، مثال على ذلك شجرة السيكويا غرب الولايات المتحدة (الخريطة 2) وشجرة اركان بالمغرب (راجع الخريطة 9) (34).

وأحسن مثال على الاستيطان الخليف هو الاستيطان الموجود في بعض الجزر والتي يطلق عليه اسم الاستيطان الاطلنتي (Endémisme océanique)، وفي الكتل الجبلية حيث نلاحظ تدرجا في نسب استيطان بعض الأصناف النباتية في اماكن معينة من العالم :

- 85 ٪ من بعض الاصناف النباتية لا توجد الا في جزيرة سانت هيلين (حوض انجولا الاطلسي)،
- 82 ٪ في جزيرة هواي بالمحيط الهادي
- 72 ٪ في زلاندا الجديدة
- 45 ٪ فقط في جزر الخالدات (Canaries)
- 25 ٪ في المرتفعات المغربية (2000 م).

- الاستيطان النوعي (35) (Endémisme spécifique) : ويشمل بعض الاصناف القليلة الحضور والمرتكزة في نقط معينة، وقد تدخل ضمن الاستيطان المحلي (End.local) ، ونورد مثالين على ذلك :

---

(34) لقد ذهب الاستاذ Métro في دراسته للغابات المغربية (1958) الى ان شجرة أركان التي تستوطن حاليا غرب الاطلس الكبير والاطلس الصغير وجزءا من سهل سوس كانت تمتد في الأزمنة القديمة الى منطقة بني زناسن، واد غْرُو، واد المالح، حمادة تندوف ووادي درعة . (Métro (A), op.cit,p : 84, notice)

(35) ما يُصَادَفُ من استيطان نوعي لدى النباتات يُلَاحَظُ ايضا عند بعض الحيوانات مثل سحالي دلماسيا (Lèzards de Dalmatie) وحِرْباءة جزيرة سوقطرة (Caméléon de Sucatra)

ـ نبتة الرامنديانا (Ramondiana) بجبال البرانس (600 ـ 1800م) لم تُصادَف بَعْدُ خارج هذا المجال الضيق (36).

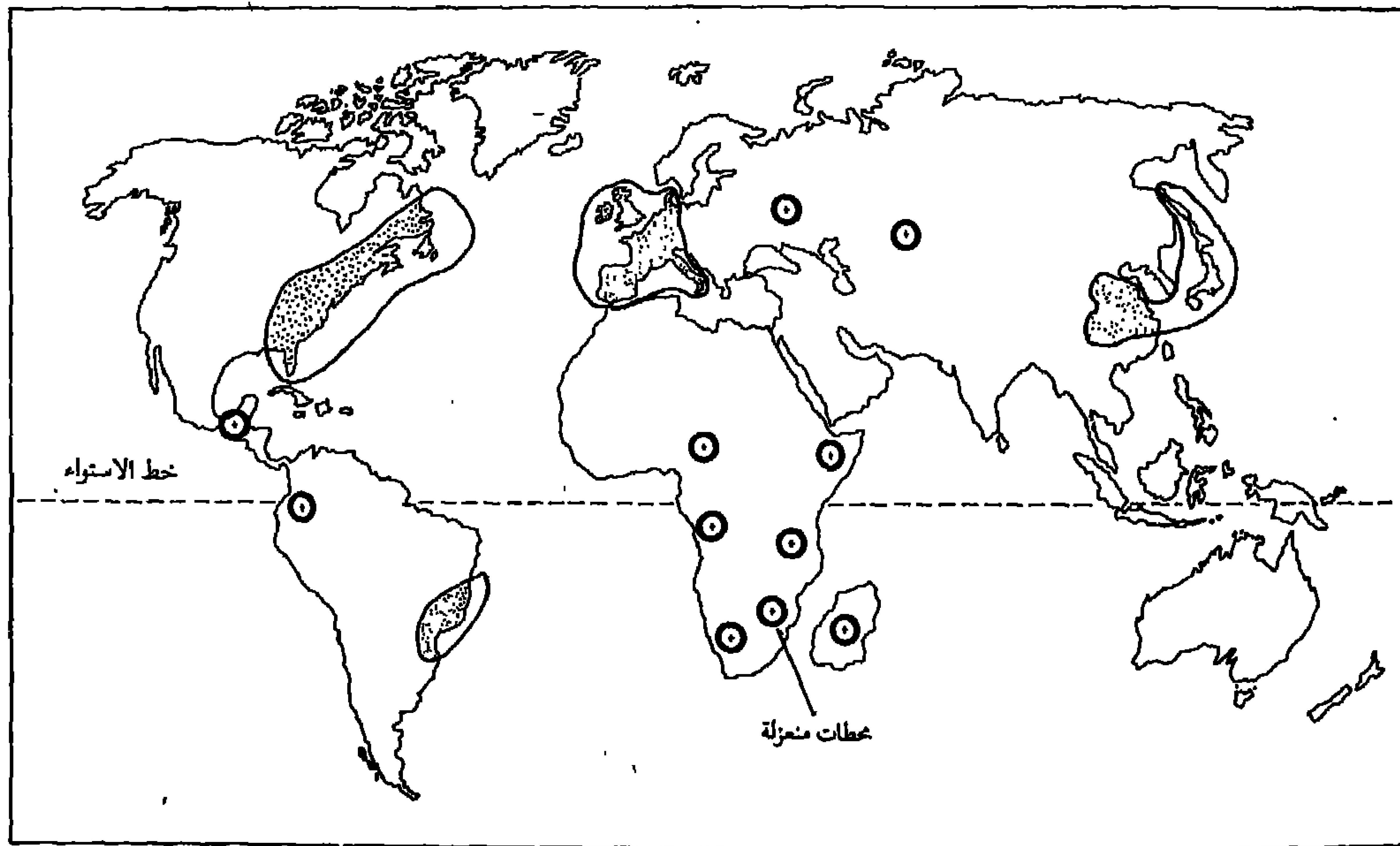
ـ نبتة السرمخ (Lysimaque) التي تنتمي الى الفصيلة الربيعية الطبية والتي لا توجد الا على مساحة بعض الامتار المربعة بجزيرة مينوركا الاسبانية!

ـ الاستيطان المعوِّض (vicariant) : يطلق عليه ايضا اسم الاستيطان البديل (End. de substitution) ويشمل مجالين متباعدين يسود فيهما صنفان نباتيان متفرعان عن جنس واحد. وقد يدخل الصنفان في صراع ومنافسة من اجل البقاء اذا سمحت الظروف الايكومناخية بتقارب مجاليْهما، ولهذا يطلق على المتقارب او المتباعد منهما الصنفان التوأمان (Espèces jumelées) .

وكما رأينا بالنسبة للمجالات فالاستيطان المعوِّض يتخذ مساحات واشكالا غالبا ما تكون متقطعة وغير مسترسَلة. واحسن مثال على ذلك نورد مثالين معبريْن :

ـ مجال السرخس الملكي (Osmonde Royale) التي تنتشر تقريبا على نفس خطوط العرض في اوربا الغربية وامريكا الشمالية وشمال شرق الصين في النصف الشمالي من الكرة الارضية، وفي نصفها الجنوبي تصادف في البرازيل وجنوب افريقيا :

الخريطة 10 : نموذج من الاستيطان المعوِّض (السرخس الملكي)



Fourni par Hultén (E), Simplifié par Polunin (N) op. cit,

(36) لقد ذهب هنري إلهاي الى ان نبتة تشبه الرامانديانا قد ضُبطت في نفس القارة لكن بمنطقة البلقان ؛ بينما في بعض جهات المناطق المدارية والاستوائية توجد بعض الاصناف التي تنتمي مع الرامنديانا الى عائلة الجلبانيات (El haï (H), op.cit, p : 159)

- مجال الزان (Aire Fagus) ويشمل صنفين : زان الشمال (Hêtre) وينتشر في اوربا الغربية وبلاد البلقان وشمال تركيا وشرق الولايات المتحدة ؛ وفي النصف الجنوبي نصادف الزان الجنوبي (Nothofagus) في الشيلي وجنوب الارجنتين وجنوب شرق استراليا وتسمانيا وزلاندا الجديدة (راجع الخريطتين 6 - 7) ؛ وهناك امثلة اخرى للاستيطان البديل ذي الطابع المتقطع : فمجال الدلب (Platane) يشمل في آن واحد اراضي شرق آسيا (الدلب الشرقي : Platanus orientalis) وبعض اراضي القارة الامريكية (platanus occidentalis) ، رغم ان الصنفين ينتميان الى جنس واحد (37)

- الاستيطان الحديث(Néo-endémisme) : ويعد من اكبر انواع الا ستيطانات، إلا انه يشمل وحدات جنسية او نوعية حديثة اي انها في طريق الانتشار وفرض الوجود كوحدات استيطانية متميزة ولو على مساحات ضيقة (micro endémisme) ؛ وقد يحدث ذلك في مكان واحد (pseudo-endémisme) ؛ واذا تدخلت في هذه الحالات ظروف البيئة وفرض طابع المحلية الخاصة على المجال الاستيطاني اطلق عليه إسم الاستيطان الايكولوجي (End. Ecologique) . ومن أهم اشكال الاستيطان المعبرة ايضا نورد :
- الاستيطان الجنسي (End. générique) : الذي تمثله شجرة الكافور التي تشتمل داخل استراليا على 700 فصيلة، بينما لايوجد منها في غينيا الجديدة والفليبين وتاسمانيا سوى 6 فصائل !

استيطان جنسي آخر تمثله عائلة الصباريات المنتشرة بكثرة في القارة الامريكية باستثناء كندا وغابة الامازون.

من خلال ما سبق يتضح ان عنصر المجال النباتي (1 . 2 - 2 . 2) والاستيطان بأبعادهما المختلفة يعدان تقنية اساسية لدراسة النباتات وصنافتها وتوزيعها وخصوصا في متابعة اشكال وطرق تطور مجتمعاتها.

ومن بين اهم العوامل المؤثرة في ذلك نورد طرق الانتشار (Dissémination) .

4 - الإستراتيجية التكاثرية للنبات :

تدخل طاقة انتشار النباتات ضمن العوامل الداخلية التي تساعد على تكاثرها وتمديد مجالاتها.

وتتلخص عملية التكاثر في قدرة النباتات على التناسل وخصوصا في طاقتها على الانتشار التي تتم بطرق متعددة يلعب فيها الجنس النباتي الأم المحورَ الاساسي الذي تدور حوله وتنطلق منه عملية الانتشار والتي تتم بطريقتين :

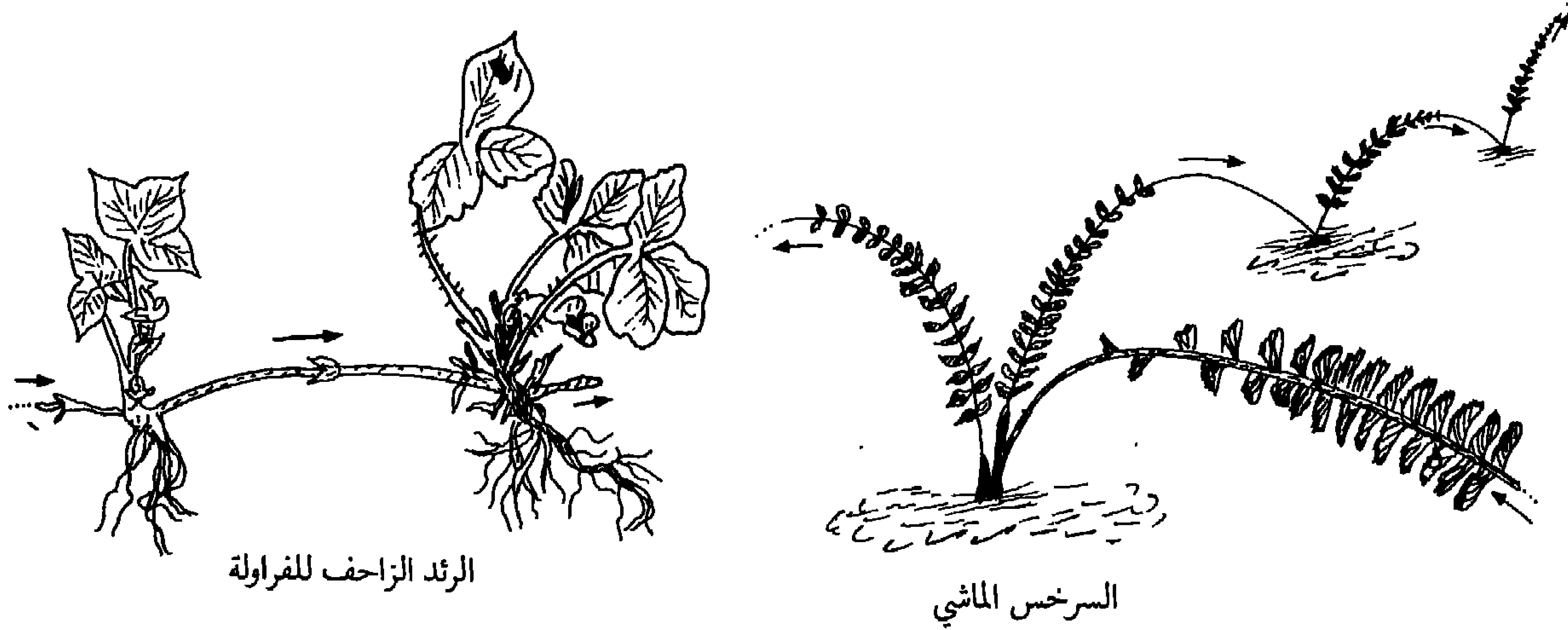
4.1 طريقة التكاثر المباشرة:

حيث يتم التكاثر بطريقة ميكانيكية على مساحات ومسافات قصيرة انطلاقا من احد اعضاء النبتة، قد يكون :

(37) أمثلة الاستيطان المعوض كثيرة ومتنوعة بتنوع المقاييس المعتمد عليها من طرف النباتيين :
- مقياس جغرافي : مثل مجال السرخس النسري (Fougère - Aigle)
- مقياس فيزيوغرافي، مثل مجال أذن الفأر (Myosotis)
- مقياس إيكولوجي : مثل مجال الحلال (Scirpe) والحشيشة المزهرة (Benoîte) وكاسر الحجر (Saxifrage)

- الجذمور : مثل السرخس، القصب، الزنجبيل ومعظم النجيليات ا لمدارية . .
- الاغصان الزاحفة (Stolons) التي تتصل بالارض فتمتد منها جذور وتنمو نبتة جديدة مثل العنـاقية (Pervenche) والفـراولـة (Fraisier) واللبـلاب الارضي (lierre terrestre) والسرخس الزاحف (الرسم 41)،
- انطلاقا من الجذور تبرز ساق تكون اساس نبتة جديدة (drageons) مثل الدردار (Orme) ،
- الاغصان الهوائية يطلق عليها اسم العكيس او الترقيدة (Marcottes) ، وهي عبارة عن اغصان تنحني وتدفن في التراب لتكون انطلاقة لنبتة جديدة ناشئة (الرسم 41)،
- البذور (graines) وهي الوسيلة الاساسية للتكاثر المباشر والغير المباشر.

الرسم 41 : طريقة الانتشار المباشرة



الرئد الزاحف للفراولة

السرخس الماشي

Polunin (N) p : 29-63

4.2 طريقة التكاثر الغير المباشرة :

إذا كانت الطريقة المباشرة تسمح بتكاثر النبتة في المجال المحيط فإنها لا تساهم في انتشارها على مساحات كبيرة إلا بطريقة نثر أو حمل عناصر التكاثر من بوغ ولقاح وبذور او أحد أعضائها (برعم غصن، جذور) بواسطة العناصر الحاملة كالريح والماء والحيوان والانسان (38) :

(38) لتفادي خطر التعميم أثار العالم بولونين نيكولاس انتباه الدارسين الى ان هناك اجناسا نباتية لم يتم تكاثرها عن طريق الانتشار رغم توفرها على ظروف مساعدة، بينما نجحت اخرى في «التوسع» رغم افتقارها لعوامل الانتشار (Diaspores) مثل اللبن الربيعي (Mouron des oiseaux) وكيس الراعي (Bourse à pasteur) . . .

1 . 2 . 4 النقل بواسطة الريح (Anémochorie) :

يعد الريح اهم وسيلة للنقل الميكانيكي للبوغ واللقاح (39) وبذور النباتات وحتى الاغصان واطراف الجذوع ؛ وفي هذا الاطار تمت معاينة أجزاء ثقيلة من الاشجار تم نقلها بواسطة الزوابع القوية على بعد 30 كلم من مقرها الاصلي بولاية مساشوسيت وفورسيستر، شهر يونيو سنة 1953 (40).

وعملية النقل والتدحرج مرتبطة بطاقة الرياح واتجاهها وزمن حدوثها، ولكل هذا علاقة بنوعية المادة المنقولة او المتدحرجة :

أ ـ فالبوغ مثلا، والتي تنتج منه بعض النباتات كميات هائلة هو اسهل وأخف مادة يمكن نقلها ونشرها بواسطة الريح ، فالطحلبية (Mousserons) تنتج ما يفوق مليار و800 مليون بوغة في كل موسم ؛ وفطر المزابل (Coprin) ينتج ما يربو عن خمسة ملايير و24 مليون بوغة ؛ وفقع الذئب (Vesse-de-loup) ينتج أكثر من ذلك بعدة مرات ! .

والذي يزيد من اهمية هذه الوسيلة في عملية التكاثر المجالي للنبات هو ان البوغ مقاوم للبرودة ولا ينفصم خلال نقله، بالاضافة الى طاقته على التعمير طويلا .

ب ـ البذور الصغيرة والقابلة للتفتت (graines pulvérulentes) يسهل نقلها بواسطة الرياح (بذور السحلبية Orchidée) .

ج ـ البذور القنزعية وهي البذور التي تتوفر على قنزعة (Aigrette) تسمح بتحرر البذور الواحدة تلو الاخرى بواسطة شعيرات حريرية قابلة للطيران الحر ؛ مثل بذور السنفية الارجوانية (Epilobe) والصقلاب (Asclepias) (الرسم 42) .

د ـ الفواكه القنزعية وهي عبارة عن فواكه مضلية يساعدها شكلها على الطيران مثل فواكه العشبيات (Herbacées) والنجيليات (Graminées) .

واحسن مثال على الفواكه القنزعية تقدمه الحشيشة المباركة (Benoîte) والمقنزعة القطنية (Linaigrette) .

هـ ـ البذور المجنحة (graines ailées) وهي احسن وسيلة للطيران الحر على مسافات كبيرة. وإذا كانت هذه البذور غالبا ما تصادَف عند الاشجار والجنبيات فإن احسن مثال تقدمه نبتة البنغونية (Bignone) التي تنتمي الى فصيلة المعترشات (Lianes) .

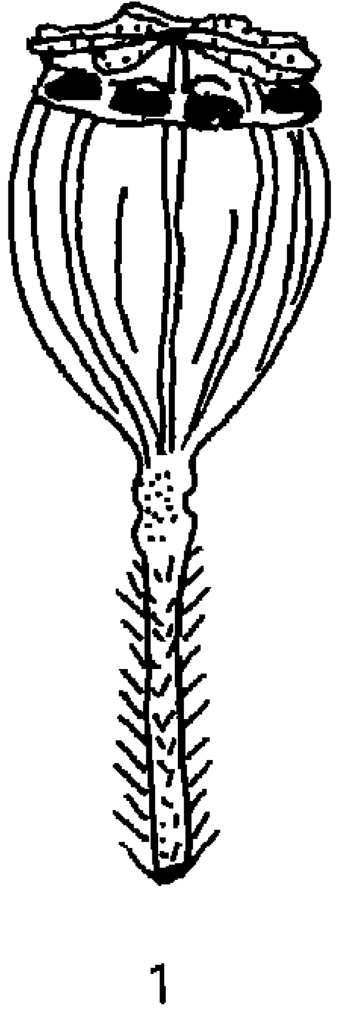
و ـ الفواكه المجنحة (Fruits ailés) غالبا ما تصادَف لدى الاشجار والجنبيات مثل البتولة والقيقب والقطنية (cotonnier) والسوحر والحور والزيزفون . . .

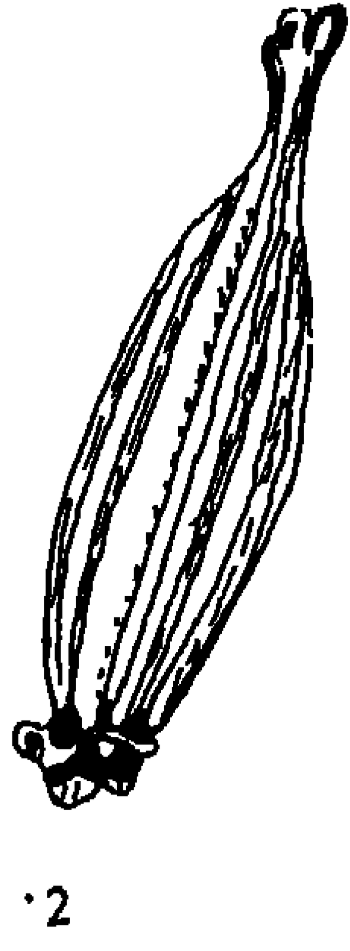
والرسوم التالية تلخص اهم اشكال وآليات انتشار البذور والفواكه بواسطة الريح :

(39) مجلة العلوم، مجلد 3 ـ عدد 6 : «الديناميكية الهوائية للتلقيح بواسطة الرياح» ك ـ ج نيكلاس. ص : 81 .

(40) Polunin (N), op. cit, p : 39

الرسم 42 : آليات انتشار البذور والفواكه بواسطة الريح



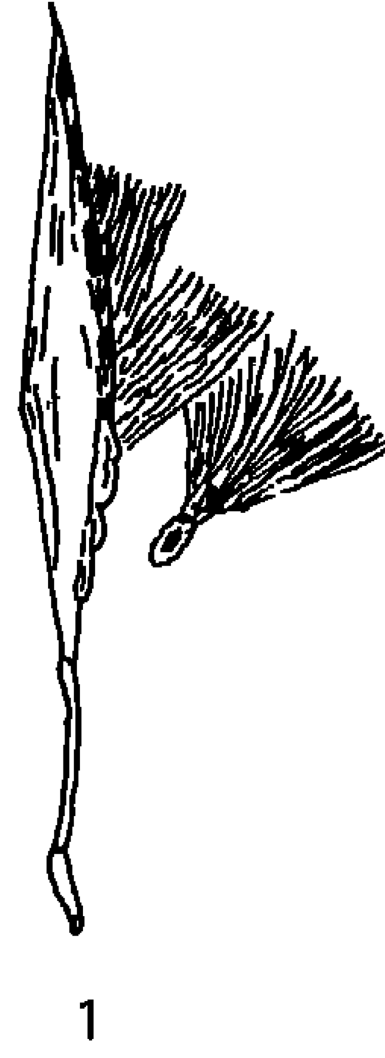


1 · 2

النموذج الارتجاجي

1 السحلبية Orchidée

2 الخشخاش Coquelicot

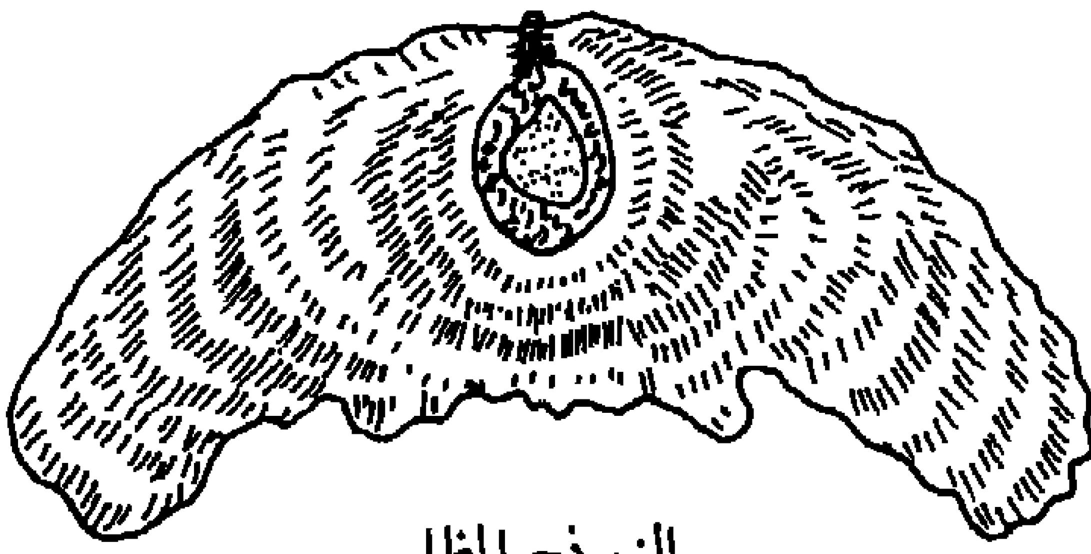




1 2

النموذج المروحي

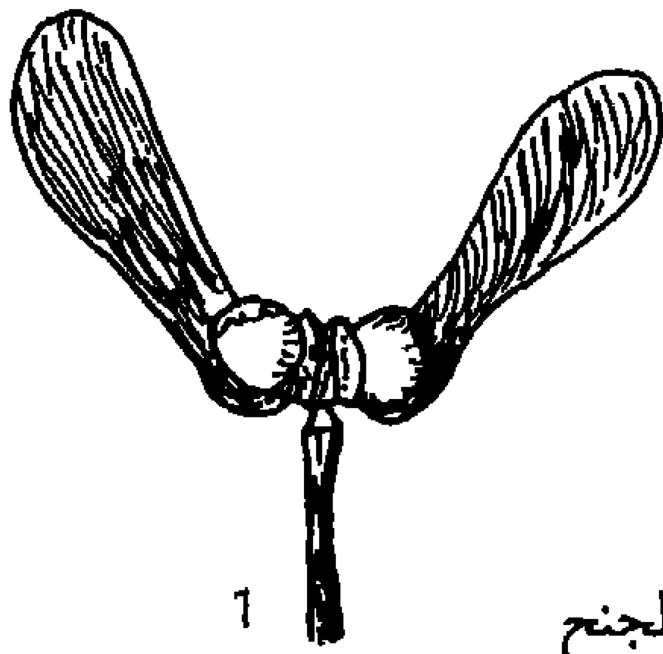
1 الصقلاب Asclepias 2 الهندباء Pissenlit



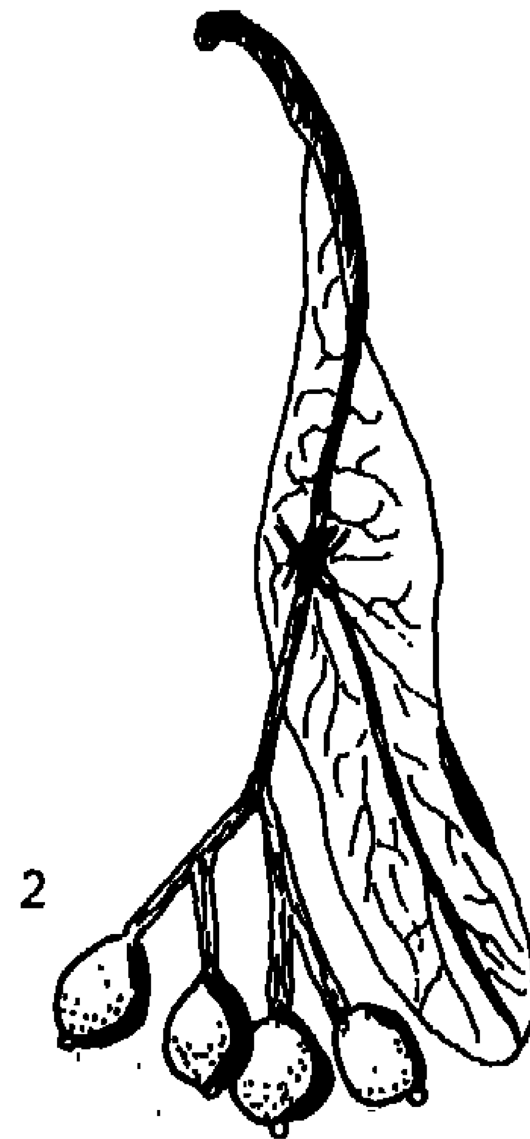
النموذج المظلي
Macrozanonia



النموذج الذنيبي
(المران Frêne)



1



2

النموذج المجنح
1 القيقب Erable
2 الزيزفون Tilleul

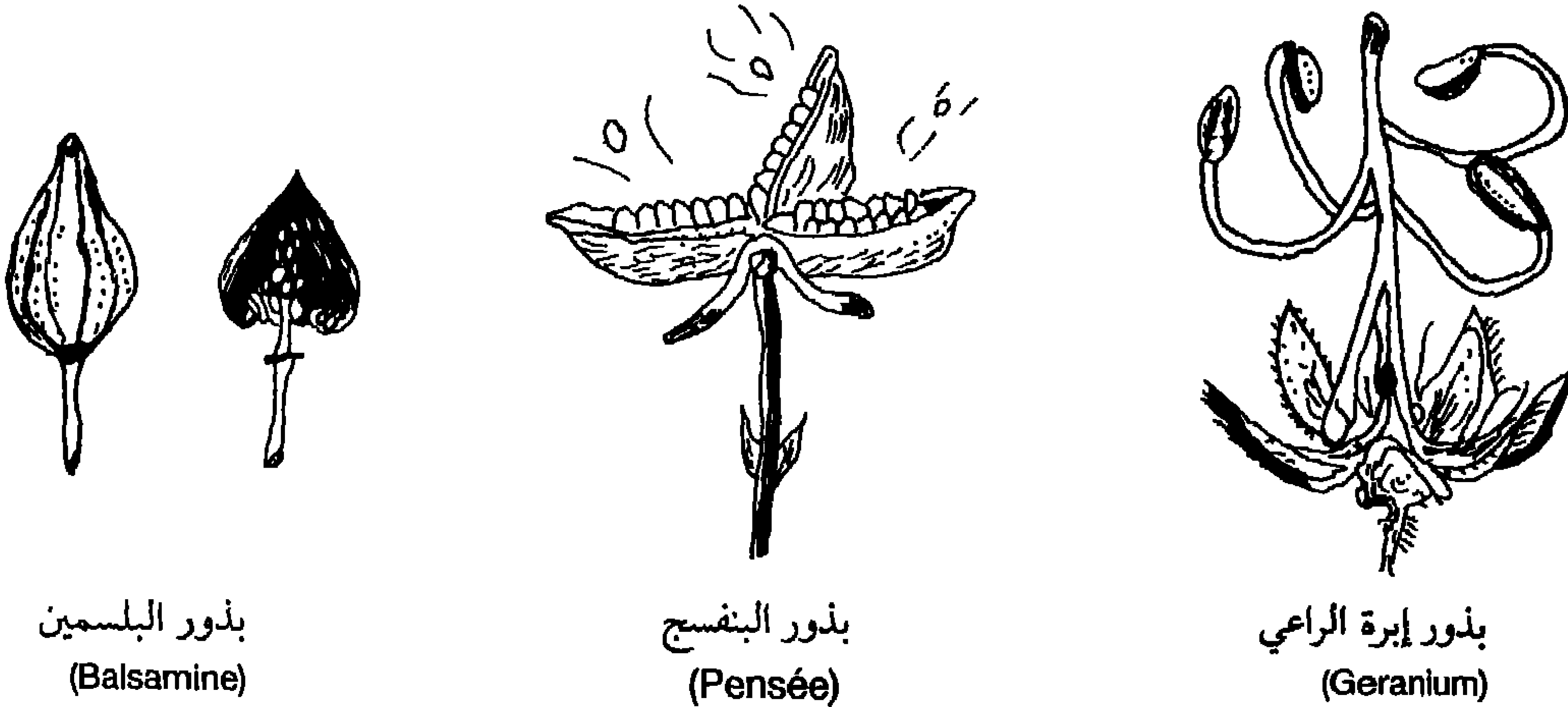
ز ـ النبات المتدحرج (Plante roulante) : غالبا ما تعمل النبتة على حمل بذورها وفواكهها خلال تدحرجها مما يجعلها تسقط بالتدريج على طول مسار تنقل النبتة المتدحرجة.

ويكثر هذا النوع المتدحرج في الصحاري والسڤانا القصيرة وفي مناطق الستيبس والبراري. واحسن مثال على ذلك تقدمه نبتة الحرض (Soude) السائدة بامريكا الشمالية والقرصعنة الشائكة (Panicaut) التي تكثر بشمال صحراء افريقيا.
وهناك نباتات اخرى تنهج نفس السلوك التدحرجي في المناطق القطبية رغم قصرها مثل الطحلب والحزاز . . .

ن ـ التدحرج السري (Roulement clandestin) : يحدث هذا عندما تقوم بذور وفواكه سمي ف نباتات لا تستطيع التدحرج بامتطاء «متن» نبات سدحرج، مثل: فكهة نبتة الخنيس القرنفلي (Lyénide visqueux) .

ويمكن ... اسم الوارش المتدحرج (Epiphyte rouleur) على هذا النوع من البذور والفواكه المتنقلة «بالمجان».

الرسم 43 : **تقنية قذف البذور لدى بعض النباتات**





قذف البذور
(خيار الحمير) (Cornichon d'Ane)

ح ـ تقنية القذف (projection) : وتتمثل في طاقة الكابسولات المحتوية للبذور والبوغ على الانفجار وقذف المحتوى لمسافة بضعة امتار، وقد تبدأ بعد ذلك مباشرة عملية الحمل والنشر بواسطة الريح والحيوان والماء والانسان . . .
واحسن مثال على ذلك نورد الخشخاش (copuelicot) (الرسم 42) ومعظم الاقنثيات (Acanthacées) ورجل الذئب (lycopode) واذن الدب (Molène) والبلسمين الانبوبي (Balsamine) وابرة الراعي (Géranium) والبنفسج الثالوث (Pensée) وخيار الحمير (Cornichon d'âne) (الرسم 43).

ط ـ تقنية الارتجاج (Secousse) : وهي الوسيلة الوحيدة التي تسمح لبعض الكبسولات لتحرير البوغ والبذور بواسطة الاحتكاك والارتجاج بفضل الرياح او الحيوان والانسان (انظر الرسم 42).
ونحن نستعرض تقنية وحالات النقل بواسطة الريح لابد وأن نشير الى الظروف التي تعاكس هذه العملية، ومن جملتها :
- انتصاب الجبال ووجود الحافات والمنخفضات،
- وجود مساحات غابوية كبرى وصحاري شاسعة،
- توقف الريح عن الهبوب او تغيير الاتجاه،
- توقف الهواء الساخن عن الصعود وهو حامل للبوغ على الخصوص،
- تعرض مسيرة النقل لحالات تكثف هوائي تؤدي الى نزول المادة المنقولة مع الامطار والثلوج قبل قطعها للمسافات الطويلة،
- مرور المواد المنقولة بمناطق تتعرض باستمرار للحرائق خصوصا منها البذور التي تنفر من النار (graines pyrofuges)
- العامل الاخير وهو الاساسي يتمثل في عدم توفر الظروف المناخية والترابية والبشرية في البيئة التي تحط بها المحتويات المنقولة.

ورغم هذه الظروف والعوائق يظل الريح الوسيلة الديناميكية الاساسية في انتشار النباتات وامتداد مجالاتها الى جانب الوسائل الناقلة الاخرى كالماء.

4 . 2 . 2 النقل بواسطة الماء (Hydrochorie) :

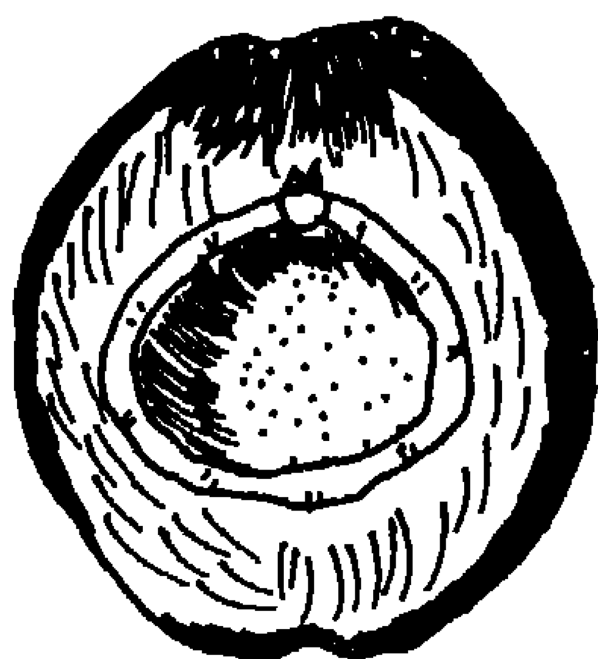
تمثل قنوات ومجاري الماء وسطح البرك والتيارات البحرية والمد والجزر والفيضانات والطفح الجليدي وسيلة اساسية في انتشار النباتات وامتداد مجالاتها (الرسم 44).

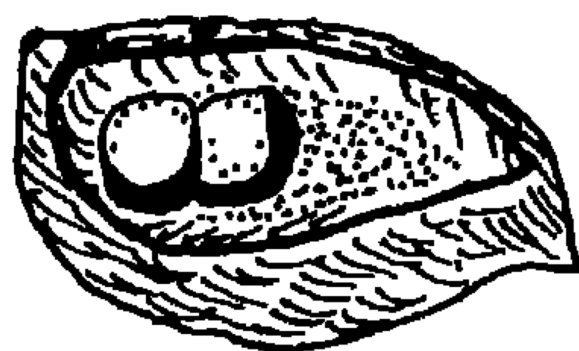
والتقاط السطح المائي للبوغ والبذور والفواكه والاغصان يحدث مباشرة انطلاقا من النبتة (بالسقوط او القذف) او بواسطة الريح التي تحملها لمسافات طويلة قبل الالقاء بها فوق الماء الراكد او الجاري (41) ولهذا الاخير يرجع الفضل في اتساع شعاع بعض الفصائل النباتية على مسافات طويلة مثل شنجرة السامبا بساحل العاج.

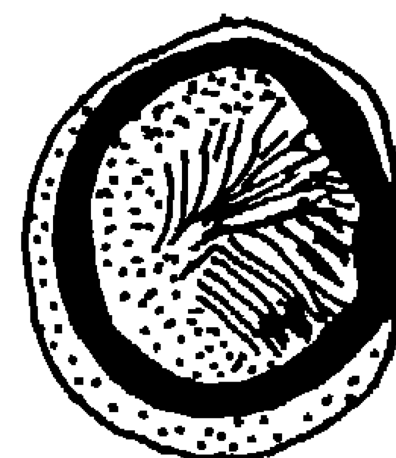
---

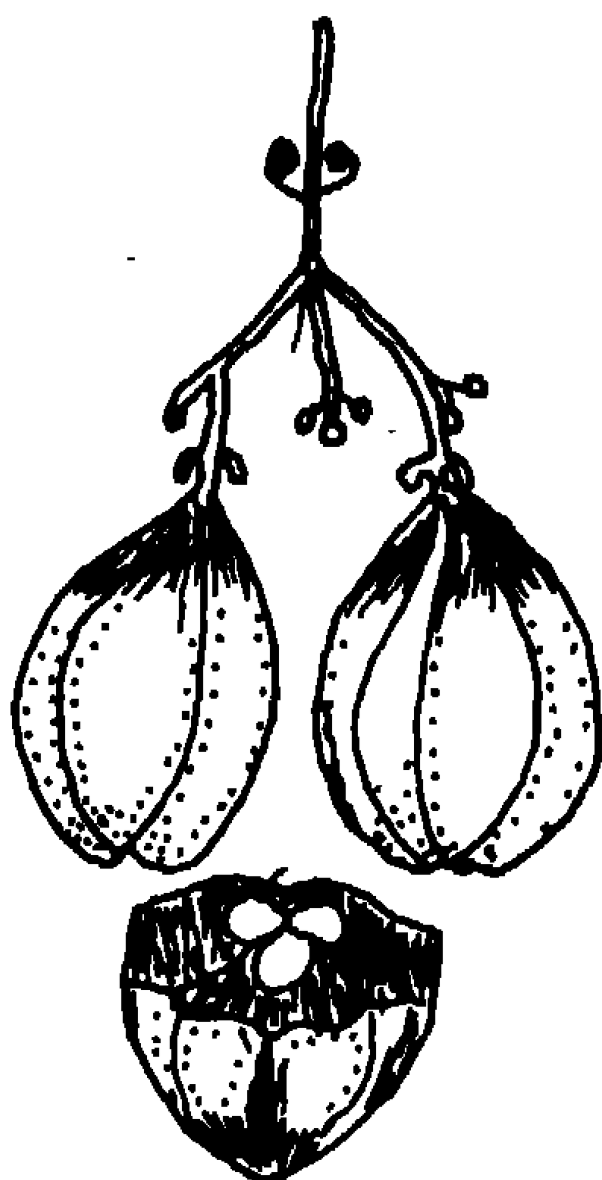
(41) هنا يجب عدم الخلط بين نوع النبات الذي يرمي بمنتوجه في المياه والنوع الذي يعيش اصلا في المياه الحلوة او المالحة والذي ينتقل بأكمله مع البذور والفواكه او يرمي بها طبيعيا في البيئة المهيأة.

الرسم 44 : نقل الفواكه والبذور بواسطة الماء

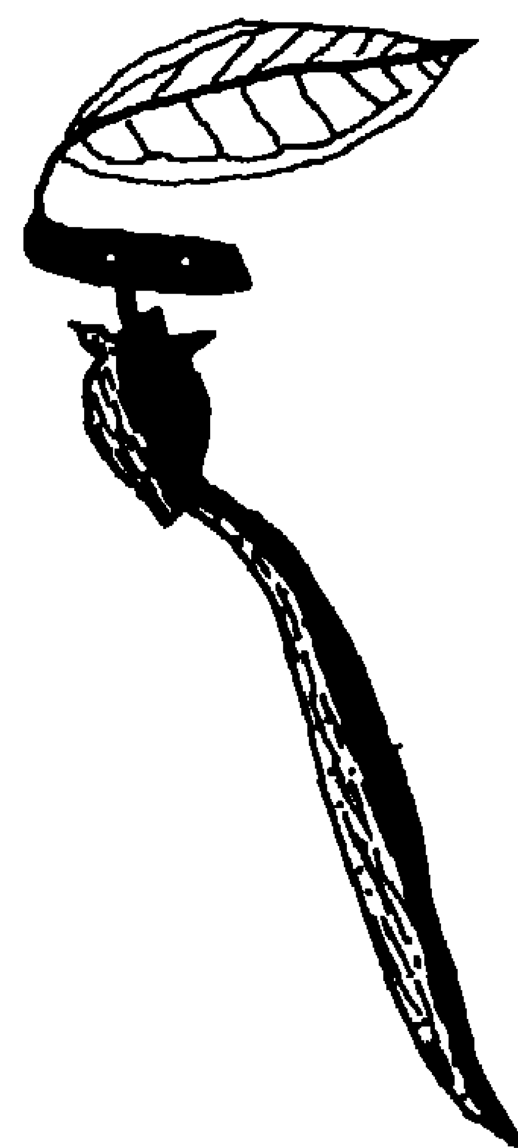

جوز الكوكو


الوارثة الساحلية


الموكونة العملاقة


القلبية العائمة


فاكهة النيلوفر الأبيض


بذرة شجرة المانغروف

ومن الشروط الملازمة لهذه التقنية :

- طاقة المنتوج المحمول على مقاومة الرطوبة والملوحة،
- طاقته على العوم فوق السطح المائي،
- عدم نفاذيته من طرف المياه والأملاح،
- مقاومته لدرجات الحرارة المنخفضة في حالة تجمد المياه.

ومن بين الأمثلة نذكر :

الجوز الهندى (Noix de coco)

الرجلة اللحمية (Pourpier de mer)

النيلوفر الابيض (Lotus)
زهرة الثلج (Perceneige d'été)
العلوك القرنفلي (Silène sans tige)
كاسر الحجر (Saxifrage)

واللائحة طويلة تمتد الى كل الفواكه والبذور والبوغ التي قد يحملها الريح من بعيد والالقاء بها فوق سطح الماء الحامل والناقل، او تلك التي يساهم في حملها الانسان والحيوان.

4 . 2 . 3 الانتشار بواسطة الانسان والحيوان (zoo-anthropochorie) :

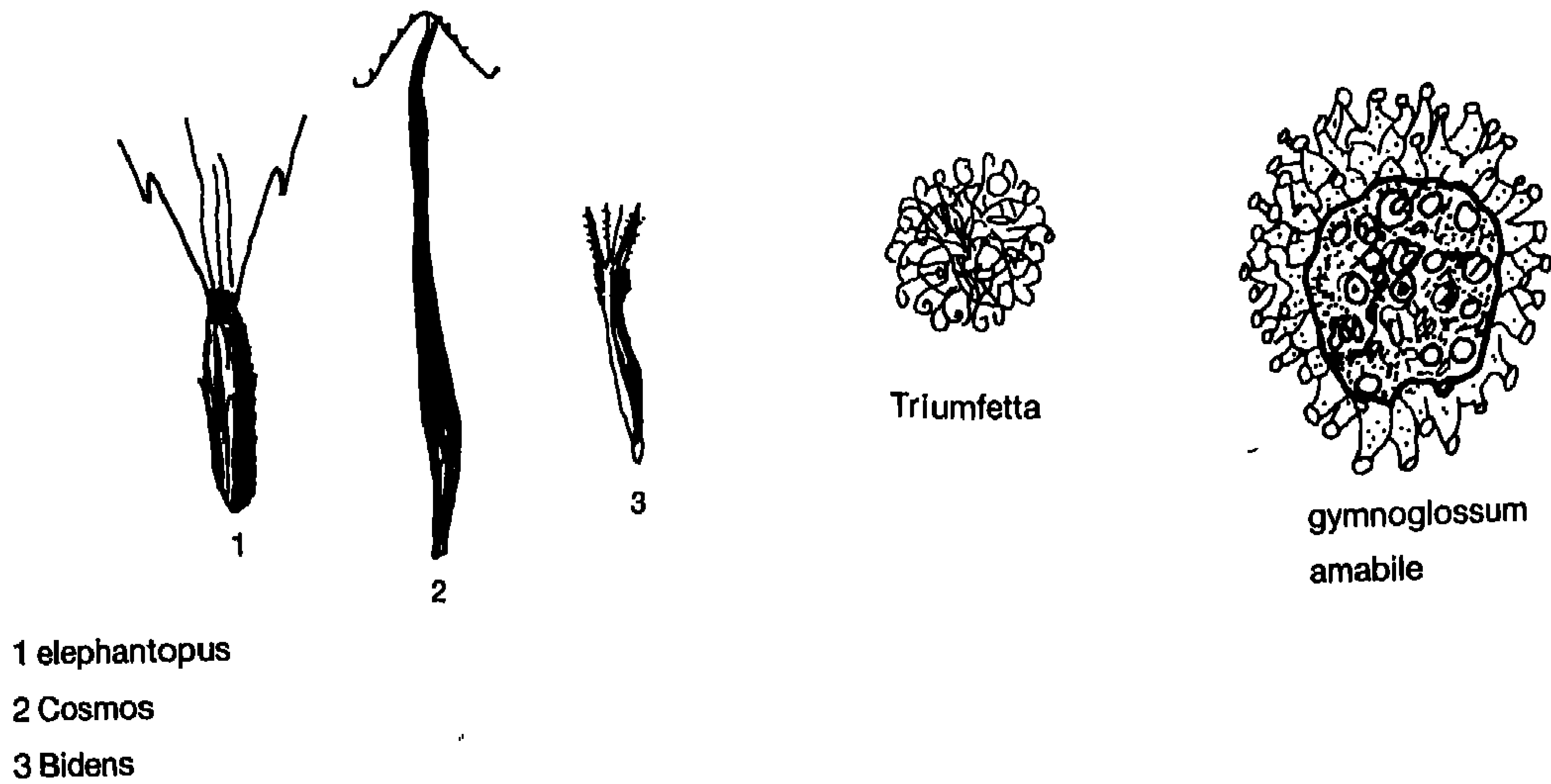
يساهم الانسان والحيوان في انتشار البذور والفواكه بطريقة مباشرة او غير مباشرة ؛ والميزة الثانية تكمن في حرية التنقل وعلى شعاع قد يشمل الكرة الارضية بأكملها.

أولا - النقل بواسطة الحيوان (Zoochorie) :

ان أوجه مساهمة الحيوان في انتشار النبات كثيرة ومتنوعة تبرز عبر الملاحظات التالية :

- ميزة الحيوان انه يجمع بين الراجل والطائر والزاحف والسبّاح، ومن هنا تبدو اهمية المساهمة على شعاع اكبر.
- هناك حيوانات لا تأكل النبات ولكنها تساهم في انتشار بذورها عن طريق افتراس الحيوانات العاشبة كالطيور والارانب وبعض الزواحف.
- بعض النباتات تتكيف باحتكاكها بالحيوان (كالاغنام واللاما والرنة والابقار والماعز والجمال) فتنتج تقنية التعلق (épines, crochets) (42)، او تفرز مادة لزجة قصد التصاق البذور والفواكه باجسام الحيوان الناقل (مثل نبتة (gymnoglossum amabile) (الرسم 45).

الرسم 45 نقل الفواكه والبذور بواسطة الحيوان



(42) Parmi ces plantes on cite : elephantopus, Cosmos, Biden, Triumfetta, Bardane (voir dessin 45)

- هناك بعض البذور تقاوم خلال اقامتها بمعدة الحيوان لفترة تسمح لها بالانبات عندما تتخلص منها معدة الحيوانات العاشبة،
- تقاليد وطبيعة التناسل والتفريخ لدى كل الطيور تساهم في عملية الانتشار وذلك بواسطة نقل البذور والفواكه ضمن الاغصان والبراغم والأوراق والطين التي تدخل في بناء الاعشاش والبيوت.

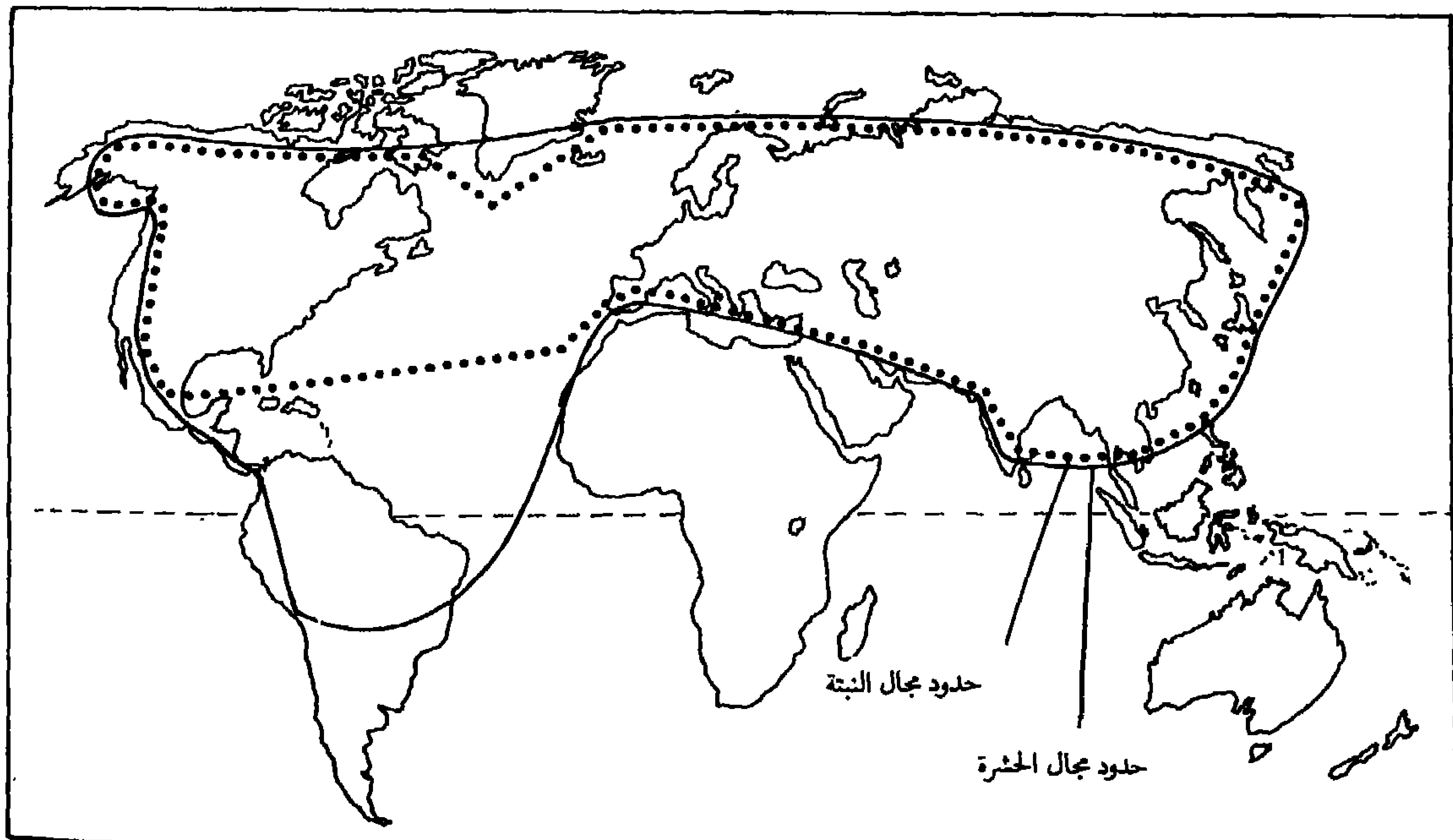
من خلال هذه الملاحظات يتضح ان للحيوانات من طيور ومتسلقات ودواب وزواحف وسبّاحة دورا هاما في عملية انتشار النباتات وتمديد شعاعها وتطوير مجالاتها وذلك بطريقتين اساسيتين :

- الطريقة الخارجية (Epizoochorie) : وتتعلق بالبطّانة والارجل والايادي وما يمكنها ان تحمله من بذور وفواكه.
- الطريقة الداخلية (Endozoochorie) : ويتعلق الامر بمرور البذور عبر المعدة بدون ان تفقد طاقتها الانباتية.

وقبل الانتهاء من هذه الفقرة تجدر الاشارة الى نوع خاص من العلاقات التي تربط النبات بالحيوان في اطار تعايش حياتي يجمع بين المفيد والمستفيد ؛ ونورد في هذا الصدد مثالا لعملية التلقيح التي تتم بواسطة بعض الحشرات والتي لا يمكن للنبات ان يستغني عنها :

ان لنبتة البيشم السام (Aconit) من فصيلة الشقاريات (Ranunculacées) علاقة وطيدة بحشرة طنانة من فصيلة النحليات (Bourdon) ؛ وتتلخص هذه العلاقة في الارتباط المجالي بين العنصرين من زاوية تلقيح النبتة من طرف الحشرة الطنانة ؛ والذي يؤكد هذا الارتباط هو شبه التطابق الموجود بين مجال البيشم ومجال الحشرة الطنانة.
والخريطة التالية تشير الى هذا الارتباط المجالي :

الخريطة 11 : الارتباط المجالي بين الحشرة الطنانة والبيشم السام



Elhaï (H) op. cit, p : 110

 مجال التطابق بين النبتة والحشرة

 مجال عدم التطابق (ضيق المساحة)

ثانيا - مساهمة الانسان (Anthropochorie) :

إن تدخل الانسان في تغيير شكل وكثافة ومساحة الغلاف النباتي يعود لفترة بعد الجليد (Post-glaciaire) خصوصا خلال مرحلة الأطلنتي (7000 - 5000 سنة) ؛ ومنذ ذلك الوقت تلاحقت اوجه «التعرية» الانسانية بشكل كبير. الا ان مساهمة الانسان في توزيع النباتات وإدخال انواع جديدة ظلت تطبع تدخله منذ عدة قرون خلت.

ويتلخص تدخل الانسان في التغيير المستمر للمجال النباتي في طريقتين :

أ - الطريقة الغير المباشرة : وهي على العموم ضعيفة التأثير حيث يساهم الانسان في انتشار النبات بنقل البذور في ملابسه وضمن امتعته وباستهلاكه للفواكه والتخلص من بذورها بعد نقلها بعيدا عن بيئتها الاصلية. ومن جملة البذور المنقولة من طرف الانسان نورد بذور رجل الاوز (Chénopode) واللبين (Mourron) التف الكلئى (Paturin) وكيس الراعي (Bourse à pasteur)؛ ويتمثل العمل الغير المباشر ايضا في مساهمة الحيوان الذي استأنسه الانسان ويتعايش معه.

ب - الطريقة المباشرة : وهي الاساسية في مساهمة الانسان على انتشار النباتات وتغيير مجالاتها إما سلبيا او ايجابيا :

- التدخل الايجابي : يتمثل في كل العمليات التي قام ويقوم بها الانسان بادخال نباتات جديدة ضمن بيئات قد تكون ملائمة او غير ملائمة وذلك باخضاعها لعملية التهجين والانتقاء والتقاطع ؛ كما حاول الانسان تكييف اصناف نباتية مع مناخ مخالف لبيئتها الأصلية (Acclimatation) مثل شجرة الكافور الاسترالية الاصل والتي انتشرت بواسطة الانسان في مناطق شتى من العالم محدثا بذلك تمييزا واضحا في مفهوم الاستيطان لدى النبات (راجع الفقرة 3 من الفصل الثاني من الباب الرابع).

مثال اخر تقدمه شجرتا الوزال (Génêt) والجولق (Ajonc) المتميتين لنفضيات المناطق المعتدلة الشمالية رغم كونهما تدخلان ضمن غابات زلا ندا الجديدة (المجال المعتدل الجنوبي).

مثال آخر من ابريطانيا حيث «استورد» الانسان تنوب دوغلاس وراتنجية سيتكا من الولايات المتحدة وادخلها ضمن الغابات النفضية الاوربية.

واحسن مثال على مساهمة الانسان الايجابية في تغيير منظر ومجال الغطاء النباتي هو احداثه لغابات اصطناعية عبر العالم (Sylviculture) شملت الصنوبريات والاشجار الصناعية كالكافور والزان والفلين والهيفيا والسيسال . . . كما عمل الانسان ايضا على تنويع موارده الغذائية بادخال نباتات فلاحية من حبوب وخضر وفواكه (كروم، شاي، برقوق، خوخ، بن، سورغو، نخيل، زيتون، جوز هندي . . .)

إن اثار تدخل الانسان في تغيير معالم الطبيعة سواء بطريقة مباشرة او غير مباشرة تتمثل اساسا في الجانب السلبي من تدخله.

- التدخل السلبي : ويتلخص في مثالينْ أساسيينْ :

المثال الاول يتعلق بالجانب التهديمي لتدخل الانسان عن طريق الحرائق والاقتلاع المكثف[43] . . .

المثال الثاني يتعلق بعملية انتشار النباتات الطفيلية الضارة (Messicoles) بواسطة تجارة الحبوب والزراعة والرحلات والهجرات والحروب . . .

وخير دليل على عالمية الطفيليات (Plantes cosmopolites) التي تم ويتم نقلها بواسطة الانسان والحيوان الأليف هو ان جلها لا يحتوي على امكانيات طبيعية تؤهلها للانتقال والانتشار ؛ ومن أمثلة هذه الطفيليات نورد : الخشخاش (Coquelicot) ، رجل الاوز (Chénopode) ، الأخيل الأنبوبي (Achillée) ، الصبار الواقي (opuncia) ، والطفيليات المنتمية الى بيئة اوربا المعتدلة والتي انتشرت في مناطق اخرى من العالم كامريكا المعتدلة وجنوب افريقيا وزلاندا الجديدة واستراليا المعتدلة مثل : العكرش النجيلي (Chiendent) ، القمعية الزهرية (Digitaire) ، الحرض الطفيلي (Soude) ، اللبلاب المعترش (liseron) ، الحميض البقولي (Oseille) ، الكسكوت المحمودي (Cuscute) ، لسان الحمل (Plantin) الجزر البرى (carrotte sauvage) الهندباء الخسية (Scariole) ، التفّاف اللبني (laiteron).

وهكذا يتبين ان التجمعات النباتية الطبيعية لا يمكنها ان تتطور بمعزل عن الانسان والحيوان اللذين يساهمان - إن سلبيا او ايجابيا - في تشكيلة سطح الارض الحيوي والذي تنطق عنه خريطة التجمعات النباتية.

(43) خلافا لما قد يظنه البعض فإن بعض النباتات الالفضريمية (pyrophytes) تزدهر بعد مرور لهيب الحرائق حيث تستفيد من الحرارة وخصوصا من البوتاس الرمادي ، كما تستفيد من ازالة النباتات المنافسة لها خصوصا اذا كانت من النوع الالفضوئي (Héliophytes) ومن جملتها : النجيليات ، الهاكيا ، السنديان القرمزي ، بعض الصنوبريات ، الفلين ، الأكومة الاستوائية ، الحور الرجراج ، قصب الخيزران الخ . . .

الفصل الثالث

خريطة التجمعات النباتية

1 ـ ملاحظات منهجية :

سبق ان رأينا في الفصل الثاني من الباب الثالث بان النباتات من خلال نموها وتعدد فصائلها وتوسعها المجالي والزمني تتميز عن بعضها البعض بالمظهر الذي يرتبط بالنوع. وهنا ـ ومن زاوية تحديد مواصفات خريطة التجمعات النباتية ـ يكمن الوجه الاول للاشكالية.

وقد سبق ان رأينا (الباب الاول) بان النباتات بمختلف فصائلها تتخذ سلوكا معينا للتكيف مع ندرة الماء أو كثرته، وكذا مع المدى الحراري الشيء الذي يجعل اصنافاً من النبات تفقد اوراقها خلال الفصل الجاف والفصل البارد، واصنافا اخرى تحتفظ بها تقريبا على طول السنة (44)، وهنا تكمن الصيغة الثانية لاشكالية دراسة التجمعات النباتية من زاوية توزيعها المجالي.

إن اشكالية ضبط وتحليل خريطة المناظر النباتية فوق سطح الارض تكمن اذن في طريقة الفصل بين النباتات وابراز مميزاتها وخصائصها المظهرية والسلوكية وبالتالي تخطي مشكل المصطلحات (Nomen-clature) المعتمد عليها ـ مع كثرتها وتعارضها وعدم دقتها ـ في الصنافة المظهرية والنوعية، وخصوصا في التوطين الكرطونباتي.

ويعتمد جل المحللين النباتيين في هذا الباب على معايير اساسية :

ـ الفصل بين التجمعات المفتوحة (Associations ouvertes) والتجمعات المغلقة (Associations fermées) رغم كونها تجتمع ضمن نطاق مناخي واحد ؛

ـ التفريق بين الاصناف النباتية الدائمة الخضرة (esp. sempervirentes) والاصناف النفضية (esp. caduques) ، والنوعان قد يجتمعان في آن واحد ضمن تجمع مفتوح وتجمع مغلق ؛

ـ التفريق بين التشكيلة النباتية العليا والتشكيلة المنخفضة وكذا التشكيلات المنحصرة بينهما ؛

ـ الربط ـ خلال التحليل ـ بين التجمعات النباتية والنطاقات المناخية والترابية مع الوقوف عند طبيعة وكثافة تدخل الانسان للتمييز بين الذروة النباتية الطبيعية (phytoclimax) والتكوينات الثانوية والاصطناعية . . .

ولتوضيح عدم الدقة والتعميم الذي يعرفه علم الصنافة النباتية والتوزيع المجالي نورد الامثلة التالية:

(44) هناك حالات الاستثناء حيث نجد انواعا من الارزيات (Mélèzes) تفقد اوراقها في سيبريا الشرقية (الخريطة 12) ومثال آخر تقدمه اصناف من البتولة تعيش في نفس الظروف بشمال كندا؛ وهذا يبين طاقة هذه الاصناف على التوريق بسرعة والانتعاش خلال فترة الصيف القصيرة.

أ ـ كلمة «حشائش» والتي تتعارض في الشكل والمظهر مع الغابات والصحاري تشتمل على عدة اصناف : منها السڤانا والبراري والستيبس ؛ وكل صنف من هذه التشكيلات يشتمل بدوره على انـواع متعـارضـة في مظهـرها : فهناك مثلا السڤانا المغلقة (Savane fermée) والسڤانا العالية (haute savane) والسفانا القصيرة (basse savane) ، السفانا المشجّرة (Savane arborée) والسفانا المعشوشبة (savane herbeuse) . . .

ب ـ يطلق الروس كلمة «الاستيبس» على كل تشكيلة نباتية معشوشبة كانت مغلقة ام مفتوحة، بينما في الولايات المتحدة تطلق كلمة «براري» على نفس التشكيلة المعشوشبة . . .

وفي الادب الجغرافي الفرنسي تطلق كلمة الاستيبس على كل تشكيلة مفتوحة معشوشبة او أجمية والتي توجد بالخصوص في بيئة السهول العليا بافريقيا الشمالية الشبه جافة.
ولهـذا وتفـاديا لهذا التعميم وعـدم الدقة لجأ المهتمون بجغرافية النبات وعلم الاجتماع النباتي الى تقنية اصطلاحية اكثر تعبيرا، وذلك باضافة نعوت وصفات الى التسمية الاساسية (substansif) معتمدين في ذلك على عدة معايير :

1 ـ مظهـر التشكيلة النباتية : حيث يُلاحظ تباين واضح بين الغابة المفتوحة (Forêt-claire) والتفرة المعشوشبة (sous-bois herbacé) ، السڤانا المعشوشبة والسڤانا المشجرة، الاستببس الاجمي (step-pe buissonnante) والاستيبس المعشوشب (Steppe herbacée) والاستيبس المشجر (Steppe arbo-rée) .

2 ـ موقع التشكيلة النباتية : حيث يوجد تباين بين الاستيبس الساحلي وبراري البيئة الجبلية (prairie alpine) ، الاستيبس الاوكـرانية (steppe ukrainienne) والبراري الامريكية ؛ كما توجد مفارقات مجالية بين الغابة الشمالية (Forêt boréale) والغابة اللورانسية (Forêt laurentienne) والغابة الجبلية (Forêt montagnarde) والتشكيلة المجاورة للماء (Vég. des bords des eaux) ؛ .

3 ـ السلوك المرتبط بالمناخ والدورة الانباتية : فهناك مثلا الغابة الدائمة الخضرة والغابة النفضية، الغابة المطيرة المعتدلة، والغابة المختلطة، التشكيلة الشوكية، الغابة الموسمية والغابة الغمامية المدارية (Fo-rêt nuageuse tropicale) الخ . . . .

4 ـ السلوك المرتبط بالمحيط الباطني : للتربة دور اساسي في تحديد نوعية التجمعات النباتية وتباينها في الشكـل والمسـاحـة بتبـاين المعـطيات الخـارجية والبـاطنية وعـلى رأسهـا الـتربـة والمياه الباطنية والأملاح . . . مثلا نجد :

- المشرسة الالفصوانية : lande silicole
- المشرسة الالفحمضية : lande acidiphile
- المشرسة الالفكلسية : lande calcicole
- التشكيلة الالفجبسية : for. gypsophile
- التشكيلة الالفملحية : for. halophile
- التشكيلة الإلفرملية : For. psammophile

5 ـ حسب النبتة المسيطرة في التشكيلة : حيث نجد مثلا :
ستيبس الحلفاء steppe à alfa
السڤانا النجيلية Savane graminéenne

غابة الزان forêt à hêtre
غابة المنغروف forêt à mangrove
الدغيلة الشوكية brousse à épineux

6 ـ حسب درجة التطور ومستوى تدخل الانسان : مثلا يمكن التفريق بسهولة بين :
التشكيلة الذروية formation climacique
السَفانا البشرية savane anthropique
التشكيلة الشبه ذروية for-pseudo-climacique
وهذه الاعتبارات كلها تؤخذ بعين الاعتبار في المنهاج الكرطونباتي :

2 ـ مبادىء وتقنية التمثيل الكرطونباتي :

سبق ان اشرنا بأن الصنافة النباتية تعتمد على عدة تقنيات في التحليل والترتيب من بينها المقاطع النباتية بأبعادها المختلفة وكذا الطيف البيولوجي وطيف التغطية بالاضافة الى المنهاج التحليلي والتركيبي (تقنية الانتقاء، درجة الحضور، مستوى المعاشرة ومستوى الوفرة والسيطرة . . .)؛ الا ان الدارس للبيئات النباتية يضطر لتكملة تقنياته بالاعتماد على التمثيل الكرطوغرافي الذي يكون ـ الى جانب الصور الفوتوغرافية والملاحظة الميدانية والمقاطع ـ أحد اهم ركائز المنهاج البيوجغرافي.

2.1 اهداف التمثيل الكرطونباتي : من أهم اهداف التمثيل الكرطونباتي:

أ : تمثيل الغطاء النباتي الطبيعي (في غياب تدخل الانسان) من زاوية الخصائص المميزة واشكال التوزيع . وامكانيات هذا التمثيل كثيرة وتتنوع بتنوع الاتجاهات التي ينهجها الدارس :
* الاتجاه الاول : ويشمل الاعتماد على اشكال النباتات ، وغالبا ما ترتبط الخرائط بالمقياس الصغير،
* الاتجاه الثاني : هنا يتم الاعتماد على التشكيلة النباتية في تعايشها وتكيفها مع عناصر البيئة المحيطة ، وهذا الاتجاه هو الذي اعتمدته مدرسة بلانكي (المقياس الكبير).

ب : تتبع مراحل واشكال تطور الغلاف النباتي والتركيز على الحالات القديمة والموروثة من زاوية المقارنة مع الواقع وضبط ميكانيزمات ومميزات التطور النباتي، وهذا ما يسمى بالدينامية الكرونولوجية للعشائر النباتية (Dynamique phytochronologique) ، والدينامية المجالية للنباتات (Dynamique phytospatiale) باندماجها مع النوع الاول تؤدي الى ما يسمى بالذروة النباتية (Cli-max) (45) والتي تؤشر عن أقصى ما يمكن ان تصل اليه العشائر النباتية في تعايشها مع العناصر المكونة للبيئة الخارجية (ماء، ضوء، حرارة، رياح، انسان و حيوان)، والبيئة الباطنية (تربة ـ ماء ـ مغذيات . . .)، وفي غياب الانسان والحيوان وتعرية ترابية حادة وتغير مناخي مفاجىء، دائم ومؤثر تصل النباتات الى الذروة بطريقة تصاعدية (Série progressive) (46) ؛ وفي حالة تدهور

---

(45) Climax en anglais signifie : Echelle

(46) هذا ما يسمى بالغطاء النباتي الذروي (Végétation climacique) ، إلا أن هذا يظل مسألة نظرية ، نظرا لاستحالة توفر جميع الظروف «المثالية» واستمرارها لبلوغ هذا المستوى الذروي والمحافظة عليه .

وتقلص في التركيبة النوعية والمرفولوجية تنعت العشيرة النباتية خلال تراجعها الكرونومجالي بالتراجع (Série regressive) .

وبالاعتماد على الرصد الكرطونباتي والملاحظات الميدانية يمكن تتبع العشائر النباتية في نوعية ومستوى تطورها التراجعي او التصاعدي .

ج : الهدف الثالث من التمثيل الكرطوغرافي هو تحديد نوعية وكثافة تدخل الانسان بالرعي والاقتلاع والحرائق (47) وأثر ذلك على تراجع المجال النباتي الطبيعي ، وكذا تغيير في عدد الأصناف النباتية وفي بنيتها الأفقية والرأسية . وهذا بدون إغفال ما قد يضيفه الانسان الى المجال النباتي الطبيعي من مساحات غابوية اصطناعية التي تساهم بقسط مهم في هيكلة المجال النباتي على الاقل على المستوى الجهوي والمحلي من سطح الارض (48) ؛ الشيء الذي جعل العالم النباتي إلهاي يقول : «بأنه من غير المعقول دراسة جغرافية النبات بمعزل عن الجغرافية البشرية والتركيز فقط على البيئة الطبيعية». مضيفا «بان جغرافية النبات لا تتقاطع فقط مع الجغرافية البشرية بحكم ان الانسان يعد بطريقة مباشرة او غير مباشرة العنصر المتحكم بالأساس في المناظر الطبيعية (. . .) ؛ ففي كل منظر يتجلى حضور الانسان» (Elhaï (H) cit, p : 29) .

2.2 خصوصيات التمثيل الكرطونباتي :

مع مرور السنوات، وتمشيا مع تطور تقنيات ومناهج العمل الكرطوغرافي عامة والكرطونباتي بصفة خاصة تأكدت اهمية الخريطة النباتية كوثيقة عمل اساسية لتقريب المجال النباتي من الدارس.

1 . 2 . 2 اختلاف المقاييس :

تنقسم الخريطة النباتية الى مستويين، لكل منهما مقاييس معينة :

- خرائط العشائر النباتية (cartes des Associations Végétales) وتتميز بمقاييس كبرى (1/50.000 ، 1/20.000 ، 1/10.000 1/5000) ، كما تتميز بالدقة في التعبير عن التوزيع المجالي للتجمعات النباتية حسب منهاج «بلانكي» و«امبيرجي» ؛ وتعزى اهميتها ايضا في الاعتماد عليها في الدراسات الميدانية .
- خرائط الغطاء النباتي (cartes du tapis végétal) وتمثل التشكيلات النباتية مركزة على الأصناف الاكثر حضورا وسيطرة. وبحكم طابعها التركيبي تنحصر مقاييسها بين 1/50.000 و1/1000.000 (49).

(47) بسيبيريا الروسية، سنة 1915 ، ولمدة بضعة شهور دمرت الحرائق ما يقرب من 140 ألف كيلومتر مربع . وبمدغشقر خلال شهر نوفمبر من سنة 1955 تم اتلاف ما يقرب من 1500 هكتار. وبولاية ميناس جيريس البرازيلية تم اتلاف 20 مليون هكتار من الغابات بين سنتي 1911 و1953 !

(48) لقد ساهم الانسان بشكل ملحوظ في تغيير وجه الخريطة النباتية في عدة جهات من العالم خصوصا فيما يتعلق بإقحام اجناس نباتية غريبة في الوسط المضيف : مثلا تنوب دوغلاس الامريكي وراتنجية سيتكا تم نقلهما من غرب الولايات المتحدة الى بريطانيا، بالاضافة الى أرزيات اليابان ؛ وفي البرازيل تم غرس اشجار الكافور الاسترالي الاصل على مساحة 600 ألف هكتار.
وهذا ما سيؤثر تدريجيا في توزيع المجالات الاستيطانية (endémiques) التي تمتاز بها مناطق دون اخرى.

(49) تتميز بعض الخرائط النباتية بمقاييس جد صغيرة (قد تصل الى 4 000 . 000 / 1) : مثلا لوحات اطلس فرنسا النباتي التي تمثل المناطق النباتية الطبيعية (Régions florales) ؛ وبالنسبة للمغرب هناك تقارب بين مقاييس الوثائق الكرطونباتية ؛ فإذا استثنينا مناطق الشمال (000. 1/1000) فإن كل الخرائط الممثلة للغابات والحلفاء قد عدلت مقاييسها لتطابق مقياس الخريطة الطوبوغرافية (000. 500 / 1)، وقد حددت حدود الغلاف النباتي الطبيعي المغربي بظهير 10 اكتوبر 1917 بمجموع 3.400.000 هكتار والمساحات الباقية بـ 000 . 600 هـ، ورغم المصادقة عليها بواسطة قرارات وزارية فانها لا تزال غير محددة المعالم.

2.2.2 المغزى الايكولوجي لمنهاج جوسن الكرطونباتي :

من بين أهم المباديء المميزة لتقنية « جوسن » الكرطونباتية هو اعتمادها على رموز والوان معينة لتقريب بنية وخصوصية المجالات النباتية من الدارس. ولعل اهم ما يميز هذا المنهاج هو صبغته الايكولوجية والمرتكزة بالاساس على المعطيات المناخية.

ان الخريطة النباتية بدون الوان وثيقة غير صالحة او على الاقل ضعيفة المردودية بحكم صعوبة قراءتها وغموض محتواها. ولهذا جاءت تقنية استعمال الالوان لتضيف للوثيقة الكرطونباتية وضوحا في التعبير ودقة في التمثيل وسهولة القراءة وبالتالي جودة في المردودية.

فللالوان أبعاد معبرة بالنسبة للمناخ والذي ترتكز على عناصره المجتمعات النباتية، ومن هنا جاءت اهمية توضيف الالوان للتعبير عن المعطيات المناخية في التعبير الكرطونباتي :

- اللون الازرق يرمز اصطلاحا للرطوبة.
- اللون الاصفر يرمز للجفاف.
- اللون الاحمر يرمز للحرارة.

وبتقنية دمج لونين فأكثر نحصل على سلم لوني متدرج اكثر تعبيرا ؛ وقد قُسِّم هذا السلم الى مجموعات لونية لكل منها خصوصيات تعبر عن ما يقابلها في المجال من تجمعات نباتية يعبر عنها هي ايضا صنف نباتي معين :

الجدول 12

بالنسبة للمغرب تستعمل تقنية خاصة رغم تشابهها مع منهاج «جوسن» في أكثر من تقاطع (51)

التكوينات النباتية	المقابل بالفرنسية	اللون المصطلح عليه
تنوب پنسابو	Sapin pinsapo	بنفسجي
الارز الاطلسي	Cèdre de l'Atlas	ازرق
العرعر الفواح	Gènevrier thurifère	ازرق الحاشية
السنديان القطني	Chêne tauzin	أخضر مخطط
الصنوبر البحري	Pin maritime	اخضر خافت
البلوط الفليني	Chêne liège	اخضر مفتوح
البلوط الاخضر	Chêne vert	اخضر مصفر
العرعر الاحمر	Gènevrier rouge	اصفر مفتوح الحاشية
عفصية شمال افريقيا	Thuya de Berbérie	ليموني
اركان	Arganier	احمر
الاصناف الثانوية	«essences secondaires»	سخيم داكن
غطاء الحلفاء	nappe alfatière	سخيم مفتوح
الطلح الصمغي	Gommier	احمر قرمزي
الكافور	Eucalyptus	اسود محزز
السنط	Acacia	
صنوبريات واصناف اخرى	Pins et essences divèrses	

وقد اجتهد معدو الخرائط النباتية لتحسين مردوديتها في استعمال تقنية اكثر تعبيرا، وذلك على مستويين :

أ ـ داخل نفس البيئة البيومناخية والتي يسود فيها جنس نباتي معين يشار الى تدرج الاصناف بتدرج حدة اللون الذي يشير الى الجنس :

الجدول 13

الجنس والفصائل		الرمز اللوني
السنديان النفضي	Chêne caducifolié	اخضر
السنديان الازغب	Chêne pédenculé	أخضر أصفر
السنديان الذنيبي	Chêne pubéscent	اخضر صارخ
السنديان اللاطيء	Chêne sessile	اخضر تفاحي

(51) Forêt, Atlas du Maroc, Planche n° : 19 a Carte à 1/5 000.000 Institut chérifien, Rabat 1958.

ب ـ حسب المستويات المرفونباتية بتحديد خصوصيات كل مستوى نباتي على حدة وتمييزه عن المستويات الاخرى اعتمد المهتمون على تفكيك وتدرج حدة الالوان وذلك بإقحام رموز خطية (linéaires) ونقطية (Ponc-tuels) ورمـوز نطاقية (en aplat) بالاضـافة الى الرموز الفكرية (idéogrammes) مثل الرموز المستعملة في الخرائط الطوبوغرافية للتعبير عن النخيل والزيتون والطلح الخ . . .

وهكذا فالغابة يشار اليها باللون المعبر عن بيئتها المناخية على شكل رمز نطاقي (Teinte plate) وبنفس اللون الاصلي يشار الى المشرسة (Lande) لكن برمز خطي، وعن المروج بالرمز النقطي . . .

وهذه الرموز قد تتداخل فيما بينها لتوضيح تغيير قد يحصل عبر المسار داخل تجمع نباتي معين (Change-ment de faciès).

كما يمكن تعـزيز الوثائق الكرطونباتية بخريْطات (cartons) تشير الى فصيلة التربة ونوعية المناخ والى تشكيلة السطح والتي يُفضل ان تكون على شكل قاعدة للخريطة النباتية ؛ وفي حالة خطر الاطناب وبالتالي صعوبة القراءة يفضل ان تصاحب خريطة طوبوغرافية لنفس المنطقة الخريطةَ النباتيةَ المدروسةَ وذلك للوقوف من خلال الخريطتين عند العناصر التي تجمع بين الغطاء النباتي ودرجة التضرس والتوجيه، ومن هذه الزاوية يُستحسن ارفاق الخريطة النباتية بمقاطع طوبونباتية (topophytologiques) يتم اختيارها بدقة وبهدف ابراز الروابط التي تجمع العشيرة النباتية بالواقع الطوبوغرافي. ويمكن تكملة ذلك بالاشارة الى نوعية التربة التي تعيش فوقها النباتات.

الرسم 46

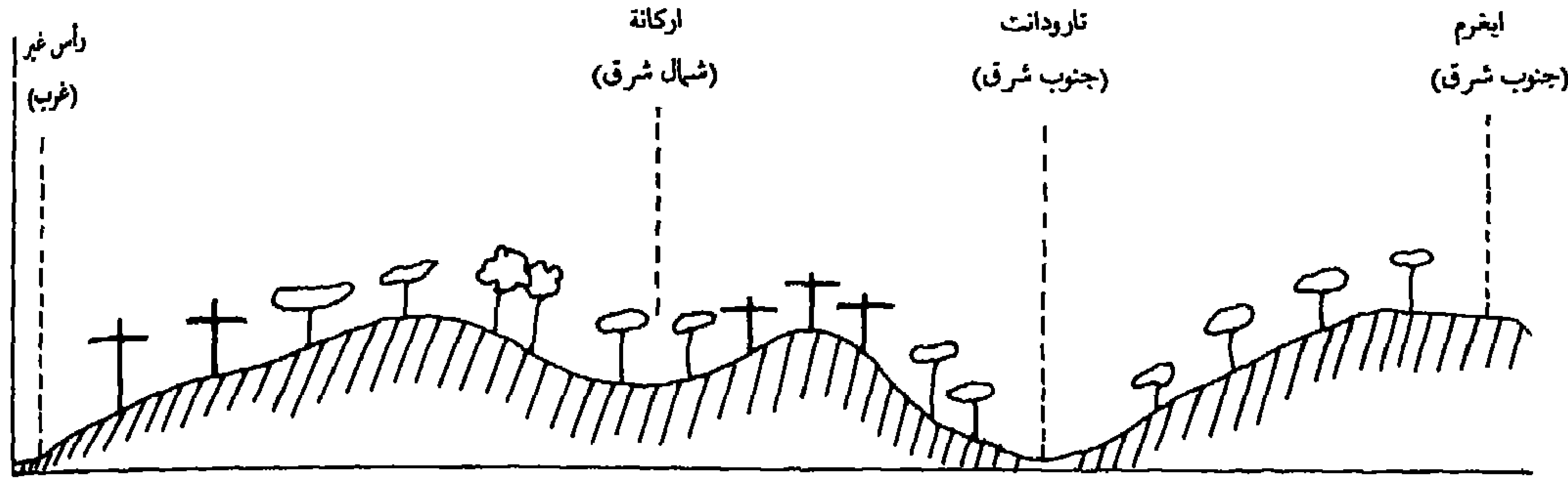
مقطع طوبوجيونباتي
(مثال من جنوب فرنسا)

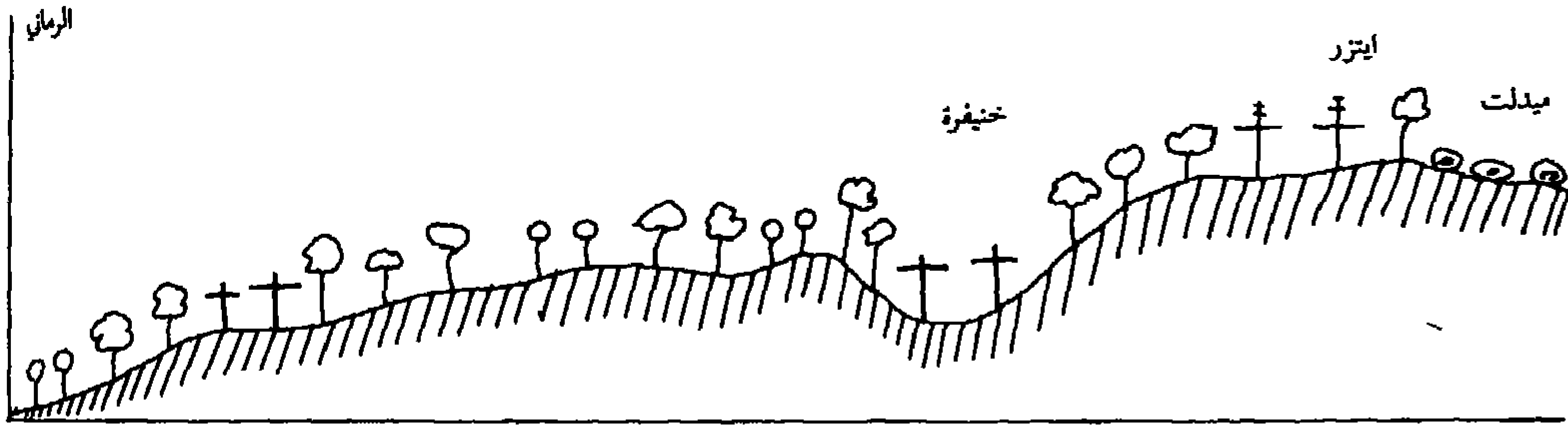


présente et simplifié par Elhaï (H) p : 373

Chêne-Liège	البلوط الفليني	
Châtaignier Chên pudescent	الكستناء والسنديان الأزغب	
Chêne vert	البلوط الأخضر	
Hêtre	الزان	
plante Halophile psammophile	نبات إلفرملي والفملحي	
Cuvette Saline	بركة مالحة	

الرسم 47 مقاطع نباتية من المغرب





Carte des Forêts - Atlas du Maroc planche n° 19 a

البلوط الفلييني	
البلوط الأخضر	
عفصية شمال افريقيا	
أرز الأطلس	
حلفاء	
أركان	

من بين أهداف التقنية الكرطونباتية دراسة موقع وخصوصيات المجتمعات النباتية في نوعية الأصناف المكونة لها وكثافتها وتطورها المجالي والزمني.

3 ـ خريطة التجمعات النباتية (Carte des paysages végétaux) :

ونحن نتطرق لأهم المناظر الطبيعية المعبرة عن اهم التجمعات النباتية فوق سطح الارض سنعمل على ربط الاصناف المسيطرة داخل التشكيلة النباتية مع اهم المناخات السائدة وباصناف التربة التي تعيش على مكوناتها وذلك بإحالة القاريء على الرسوم الواردة في الباب الثاني من الكتاب.

ومن جهة أخرى سنعمل على توثيق هذه الفقرة بخرائط تركيبية وتحليلية اعتمادا على تقنية مبسطة ورموز معبرة وهادفة.

لقد سلك الدارسون عدة مناهج لتغطية خرائطية لتوزيع النباتات، وقد جاءت هذه المناهج متنوعة ومتباينة : فمنهم من اعتمد على المظهر والسلوك الانباتي مثل هنري الهاي، والاخرون اعتمدوا على المقياس المجالي ذي طابع نطاقي وذي صبغة مناخية وترابية متميزة مثل روبيرت صلانون وآلان لاكوست وبولونين ودولامبس (راجع الفهرس البيليوغرافي).

والملاحظ ان كلاً من الاتجاهين لم يغفلا اصناف التربة والبيئة الجبلية والساحلية الميهة، بل حاولا التطرق اليهما من خلال دراستهما للمناطق البيومناخية الاساسية.

ونحن سنعمل على دمج العناصر المفسرة في اطار تصميم مبسط وهادف حيث سنتطرق في الفقرة الاولى (1 . 3) للتشكيلات المغلقة وعلى رأسها الغابات الدائمة الخضرة والنفضية والمختلطة وكذا التشكيلات العشبية المغلقة، اما الفقرة الثانية (2 . 3) سنخصصها للتشكيلات المفتوحة من سهوب وتوندرا وشوكيات المناطق الجافة والشبه جافة بدون اغفال البيئة القاحلة.

3. التشكيلات المغلقة :

تتمثل هذه التشكيلات في الغابات بكل انواعها والتركيبات العشبية والعشبية الشجرية بمختلف اشكالها.

ان الغابة تتوزع بشكل متفاوت حيث تكسو مجالات تتباين في شكلها ومساحتها بتباين البيئة الترابية والمناخ السائد وكذا بمستوى تدخل الانسان والحيوان.

تتميز التشكيلة الغابوية عامة بمظهرها المغلق، ولا تبرُز الفراغات الا في حالتين اساسيتين:
- عندما يتدخل الانسان بالاقتلاع والحرائق وزحف الامطار الحمضية المتلفة للاشجار.
- عندما يبدأ صنف نباتي في الظهور يكون من شأنه منافسة الاصناف المجاورة وتراجع اعدادها، وفي هذه الحالة تظهر تشكيلات مزدوجة المظهر مثل غابة ـ سڤانا (forêt-Savane) غابة ـ غيل (forêt - garrigue) ، غابة ـ براري (forêt - prairie) ، غابة ـ ستيبس (forêt-step-pe) ، غابة ـ ربع جبلي (forêt - pelouse alpine) .

بالاظافة الى مظهرها المغلق فالغابات التي تكسو سطح الارض تنقسم الى ثلاثة اقسام اساسية :

1 . 1 . 3 الغابات الدائمة الخضرة (forêts sempervirentes) : بصفة عامة توجد هذه الغابات ضمن نطاقات مناخية وترابية متباينة :

اولا : الغابة الاستوائية المطيرة : (Forêt pluvieuse - forêt ombrophile) ويطلق عليها ايضا اسم الغابة الكثيفة (Forêt dense) والغابة البكر (forêt vierge) الغابة المظلمة (52) (forêt obscure) ، وجهنم الخضراء (l'Enfer vert) ، والغابة الأصلية (forêt primaire) ، والغابة الجامدة (forêt immobile) .

الميزة الاولى لهذه الغابة كونها دائمة الخضرة (53) بسبب استقرار درجات الحرارة حول معدلات متقاربة (24 ـ 26 درجة) وكذا استقرار الصبيب المطري السنوي حول 2000 ـ 2500 ملم، الشيء الذي يسمح للاشجار بأن تتخذ اوراقا وارفة (بين 20 و180 سنتمتر مربع)، باصقة وخضراء (Exubérantes, luxuriantes) ، هذا بالاضافة الى طول الاشجار واستدارة قممها الشيء الذي يقلل من نسبة الاضاءة وبالتالي من درجة الرئية داخل الغابة ؛ ولهذه الخاصية علاقة مع كثرة الاصناف الالفضوئية التي تتطلع لأشعة الشمس بكل الوسائل ومنها التسلق (lianes) ، وكذا الاصناف الالفضلية التي تعيش في المستويات السفلى اما ملتصقة بالارض، متسلقة او زاحفة او بجوار الأصناف الأخرى كالقراصيات (Urticacées) ، الأفربيونات (Euphorbiacées) ، الخيزران (Bambous) ، أسل الهند (Rotin) ، السنفيات (Légumineuses) والمزدوجة الثمار (Diptérocarpacées) ، السرخسيات (Filicinées) ، القلقاسيات (Aracées) ، العلفيات (Broméliacées) السحلبيات (orchidées) ، والطحالب والحزاز (Briophytes) (54) ،

ميزتها الثانية ان العناصر المكونة لها لا تمثل ـ مع ضخامتها ودوام خضرتها ـ حالات السيطرة الواضحة داخل التشكيلة الغابوية وذلك بسبب غناها (Richesse-floristique) وتفوقها المجالي (Dominance spatiale) حيث تم احصاء آلاف الانواع المختلفة في الهكتار الواحد، (للمقارنة : 10 ـ 15 صنفا في الهكتار داخل الغابة المعتدلة الاوربية . . .) (راجع الرسم 34)، والجدول التالي يقربنا من هذه الحقائق :

(52) ان نسبة وصول اشعة الشمس في احسن الظروف الى سطح ارض الغابة الاستوائية لا تتعدى 1 على 100 ؛ كما ان الريح لا يتحرك بالقرب من السطح الا بسرعة 20 مترا في الساعة ! .

(53) لتفادي خطأ التعميم داخل مجال الغابة الاستوائية الدائمة الخضرة تجدر الاشارة الى وجود بعض الاصناف التي تفقد اوراقها بالتناوب بدرجة لا تؤثر في المظهر الاخضر الدائم . (Essences Semi-caducifoliées)

(54) هناك اصناف نباتية تتميز بها الغابة الاستوائية من بينها النبات الخانق (Etrangleur) والذي يعيش في البداية ضمن المقعدات (épiphytes) ثم ما يلبث ان يرسل جذورا هوائية نحو الارض ليستقل عن الشجرة المضيفة بعد ان يخنقها ويحتل مكانها (مثلا شجرة التين الهندي: Ficus) .

الجدول 14 التباين النوعي في تشكيلة الغابات الاستوائية

موقع ونوع الغابة	عدد الاصناف النباتية
الغابة الاستوائية بجميع مكوناتها :	
ـ البرازيل	40.000 (55)
ـ شبه الجزيرة الهندية	20.000
الغابة الاستوائية (الاشجار فقط) :	
ـ شبه الجزيرة الهندية	3000
ـ غابة الامازون	2500
ـ غابة ساحل العاج	1000

Source : El haï (H) : op. cit p : 175

الميزة الثالثة للغابة الاستوائية هو ان وفرة الفصائل النباتية تتمثل في التدرج الواضح عبر مقطع عرضي للغابة، وعدد المستويات قد يصل انطلاقا من سطح الارض نحو الأعلى الى اربعة مستويات على ارتفاع 60 مترا يصعب تحديدها الدقيق في الزمان والمكان (راجع الرسم 35).

والميزة الرابعة تكمن في كون الاشجار الاستوائية رغم علوها واسترسال دورتها الانباتية على طول السنة وتوفر الظروف المناخية فإنها لا تتعمق جيدا في الارض حيث تتخذ الجذوع اتجاهات عرضية وشبه افقية، ومرد ذلك على العموم لوجود التربة المتحددة الحمراء ذات الطاقة المغذية الضعيفة بسبب كثافة التعرية ونزوح المواد المغذية نحو الاعماق وتكوين طبقة مصولة صلبة مفتقرة للأملاح المغذية (56) (راجع الرسمين 27 و28).

وتتوزع الغابة الاستوائية المطيرة على ثلاث مناطق قارية رئيسية :

ـ في امريكا الجنوبية تمتد غابة الامازون على معظم تراب البرازيل والدول المجاورة في الشمال والغرب (تضمن 50 ٪ من مجموع ما ينتجه سطح الارض من نباتات . . .) ونشير ايضا الى شريط غابوي كثيف يمتد على طول الساحل الهادي لدول امريكا الوسطى (من الاكواتور الى المكسيك) (الخريطة 12).

---

(55) للمقارنة فالغطاء النباتي بفرنسا مثلا لا يتعدى في مجمله 4500 صنفا نباتيا رغم وجود المنطقة في ملتقى مجالات نباتية هامة : (كالمجال الاطلنتي، والالبي والمتوسطي). وللمقارنة أيضا فأرخبيل الملايو وحده مع صغره يحتضن أكثر من 000 45 صنف من النبات.

(56) هنا يكمن سر التقنية الفلاحية في الغابة الاستوائية والتي تعتمد على حرق الأشجار وزرع نبات يستفيد مباشرة من البوتاس الرمادي الذي تخلفه النباتات المحروقة.

- في افريقيا - ورغم المساحة الكبيرة - فان الغابة هنا أقل كثافة وتنوعا من مثيلتها في الامازون. وتشتمل على غابة حوض الكامرون وعلى طول الساحل الغربي لافريقيا (من الكامرون الى حدود غينيا) وتقل مساحتها على الساحل الشرقي (تانزانيا، الموزنبيق) وشرق جزيرة مدغشقر (الخريطة 12).
- اما الموقع الثالث فيحتله الاقليم الماليزي الاندونيسي حيث أنه - رغم احتضانه لمساحات غابوية كبيرة - لا يبدو متجانسا بسبب تقطع الاراضي الى جزر واشباه جزر (الفليبين، اندونيسيا، غينيا الجديدة، ماليزيا) والتايلاند، الكمبودج، بيرمانيا، الفيتنام وشمال شرق استراليا.

وعلى العموم فالغابة الاستوائية المطيرة تشتمل على عدة اصناف من الاشجار مثل : الاشجار المطاطية، البقم، القلب الاخضر، الاكابو، الكاكاو، الاكاجو، الاكومي، سيبو . . . ، النخيل الزيتي، شجرة القطن الحريري، الاشجار المزدوجة الثمار (Diptérocarpacées) ، الكازورينا، الكالوفيليوم، الصنوبر اللولبي، الانوفيليوم، البارنخيتونيا، كالفانتوميا، الجكرندا، اشجار الموز، الأساي، القرفة الاستوائية، شجرة العاج، الجاتوبا، المنغوليا، الخشب الاحمر، شجرة السنط، الشجرة المدخنية، السرخس الخشبي (راجع الرسم 34).

ثانيا : غابة الطايغا : يطلق عليها ايضا الغابة القطبية الشمالية (Forêt boréale) او الغابة الشبقطبية (Subarctique) او الغابة الصنوبرية (Forêt de conifères) .

من مميزاتها انها تمتد على ثلاث قارات (امريكا اوربا وآسيا) وعلى شريط نطاقي (عرضه بين 10 و15 درجة) حيث يخضع تموضعها الممدد لظروف مناخية - ترابية (conditions climo-édaphiques) ؛ ميزتها الثانية تكمن في افتقار غابة الطايغا الى تنوع وتعدد الاجناس والانواع المتفرعة عنها (بخلاف الغابة الاستوائية) ؛ الا ان هذا الافتقار يؤكد من جهة اخرى طابعها التجانسي (Homogénéité) حيث تسيطر فصائل محدودة كالصنوبر والراتنجية والبتولة والتنوب السيبيري والارزية الشرقية (57) والتنوب البخوري وذلك بدرجة اصبح من السهل تسمية القطاعات الغابوية باسم الفصيلة المسيطرة.

وتكمن ميزتها الثالثة في كونها دائمة الخضرة حيث تبدل الاشجار اوراقها الإبرية بالتناوب وبطريقة لا تؤثر في المظهر العام للغابة صيفا وشتاء. وبسبب تقارب الاشجار التي تصل في المعدل الى 25 و35 مترا تفتقر أحراجها (sous-bois) الى الاصناف النباتية في نوعها وعددها بفعل ضعف مدة التشميس وحدته، وغالبا ما تزدهر الاصناف الالفضلية والالفمائية مثل العنبية الخلنجية (Airelle) والقمام (myrtille) والخثيات؛ والشيء الذي يزيد من ضعف حراج الغابة الصنوبرية هو اختناقها او ضعف تعايشها مع الفرشة النباتية الحمضية الناتجة عن تراكم الاوراق الابرية المتساقطة بالتناوب.

اما ميزتها الرابعة فتكمن في تعايشها مع تربة الديجور المصولة ذات ذبال حمضي (راجع الرسم 23 والفقرة 2 . 2 . 3 الفصل الثاني، الباب الثاني).

---

(57) هذا النوع من الاشجار المكونة لغابة الطايغا يكون حالة استثناء يصعب تفسيرها بالاعتماد فقط على العامل المناخي، ذلك ان ارزية غابة سيبريا الشرقية تسقط اوراقها كما تفعل الاشجار في الغابة النفضية المعتدلة رغم كونها تندرج مجاليا ضمن غابة الطايغا الدائمة الخضرة (انظر الخريطة 12).

وهذه الظروف تجعل من غابة الطايغا غابة رتيبة مملة المنظر بخلاف الغابات المعتدلة كالغابة المتوسطية على سبيل المثال.

ثالثا : الغابة المعتدلة المتوسطية : يطلق عليها ايضا اسم الغابة المعتدلة ذات صيف حار او الغابة ذات الاشجار الجبْنية الدائمة الخضرة. وسميت بالغابة المتوسطية نسبة للمناخ المتوسطي الذي يسود في المناطق المحيطة بالابيض المتوسط من جهة اوربا وآسيا وافريقيا الشمالية والذي يتميز بتتابع اربعة فصول مع سيادة فصل الصيف الجاف والحار وفصل الشتاء المعتدل والمطير، وهما الفصلان اللذان يحددان نوعية التشكيلات النباتية وخصوصا مظهرها وسلوكها الانباتي.

قبل التطرق لمميزات المناظر الطبيعية للبيئة المتوسطية نورد الملاحظات التالية :

- ان المجال المتوسطي ضيق المساحة ومتقطع يمتد على خمس قارات (راجع فقرة اشكال الاستيطان النباتي). واكبر جزء من هذا المجال المتقطع يشمل جل المناطق المحيطة بالبحر المتوسط (الخريطة 12).
- تمثل بيئة الابيض المتوسط منطقة انتقال بين البيئة المعتدلة في الشمال والبيئة الصحراوية والمدارية ذي فصلين من جهة الجنوب.
- ان الغلاف النباتي المتوسطي - رغم احتوائه على اصناف دخيلة من البيئة الشمالية المعتدلة المطيرة والبيئة الجنوبية الحارة والجافة - يتميز بكونه يتشكل في الغالب من الاصناف التوطنية (espèces endémiques) منها ما يمتد على جميع المناطق كصنوبر حلب (pin d'Alep) والبلوط الاخضر (chêne vert) والارز (cè-dre)، ومنها ما يوجد اما في المنطقة الشرقية كالتنوب المتوسطي (sapin médi-terrannéen)، او في المنطقة الغربية كعفصية شمال افريقيا (Thuya de Berbè-rie) والبلوط الفليني (chêne liège) والصنوبر البحري (Pin maritime) وتنوب بنسابو (sapin pinsapo) وتنوب نوميديا (Sapin de Numédie) . . .
- ان الغلاف النباتي المتوسطي تأثر على مر العصور بتدخل الانسان بالرعي والحرائق والفلاحة والاستغلال الصناعي، ولهذا علاقة مع حدة التعرية الانسانية (érosion anthropique) التي يعرفها الغلاف النباتي المتوسطي خصوصا الغابات وكذا بالتعرية الترابية الحادة خصوصا في المنحدرات
- ولطبيعة المناخ بالاساس اثر فعال في التشكيلة النباتية المتوسطية، فتعاقب فصلين يجعل النبات يتكيف مع فترة مطيرة معتدلة وهي الفترة التي يتقلص فيها النشاط النباتي؛ ومن النبات ما يفقد اوراقه او يلتصق بالارض او يختبىء تحت السطح (راجع الفقرة الخاصة بالصنافة المرفولوجية للنباتات)؛ ولفصل الصيف الحار والجاف اثر في استرسال الدورة الانباتية حيث تتخذ النباتات اشكالا تكيفية (فيزيولوجيا ومرفولوجيا) مع قلة الامطار وحدة الجفاف والحرارة. ولتدرج الامطار حسب الفصول وخصوصا حسب خطوط العرض، البعد او القرب من البحر او الصحراء، انتصاب الجبال. . . لكل هذه العوامل أثر على توزيع النبات من زاوية الكثافة المجالية والحضور النوعي.
- كما ان لنوع التربة دورا اساسيا في التوزيع النوعي والمجالي للنباتات المتوسطية، فهناك انواع تتعايش مع التربة الكلسية مثل البلوط الاخضر، او

التربة السيليسية مثل البلوط الفليني ونباتات اخرى محايدة كثيرة وعلى رأسها البلوط الاخضر . .

- ان لعنصر التوجيه - بموازاة مع اتجاه هبوب الرياح الجافة او المطيرة، وانتصاب الجبال - دورا اساسيا في شخصية الغلاف النباتي المتوسطي مما دفع ببعض الباحثين الى تسمية الغابة المتوسطية بغابة الجبال.
- الميزة الاخيرة تتمثل في كون الواجهة الشمالية للبحر المتوسط ظلت خلال الزحف الجليدي الرباعي ملجأ لعدة اصناف نباتية نزحت واختلطت مع الاصناف الاصلية، مما ادى الى ظهور غابات مختلطة تجمع بين فصائل البيئة المتوسطية وفصائل قادمة من المنطقة المعتدلة، مما دفع ببعض النباتيين الى تسميتها بالغابة المتوسطية المختلطة كما هو الشأن بالنسبة للغابة المعتدلة المختلطة التي تجمع بين الاصناف النفضية واخرى قارية دائمة الخضرة.

من خلال هذه الملاحظات يتضح ان المجال النباتي المتوسطي مجال معقد وغني بالاجناس الاصلية والدخيلة والاجناس الانتقالية.

ومن اهم العناصر المكونة للغلاف النباتي المتوسطي نورد :

أ - الاصناف الدائمة الخضرة :

وهي التي تضفي على الغابة المتوسطية المظهر الاخضر على طول السنة ؛ ومن اهمها :

1 : البلوط الاخضر (Quercus ilex)

من مميزاته اتساع مجاله حيث يمتد في كل جهات المجال المتوسطي وقد يتعداها الى المناطق المجاورة.

ومن مميزاته ايضا تدرجه في المرتفعات (Etagement) حسب الموقع والاتجاه :

- في جنوب فرنسا لايتعدى 900 متر في بعض الاماكن بينما يصل الى 1500 م في جهات اخرى.
- في المغرب يرتقي البلوط الاخضر الى 3000 متر.

ميزته الثالثة تكمن في تعايشه المحايد مع نوعية التربة (58) الا في حالات المنافسة المجالية ؛ غير انه يتطلب مدة معينة من التشميس في الوقت الذي يتحمل فيه فترات الجفاف الطويلة.

وقد يدخل البلوط الاخضر في تكوينة نباتية انتقالية مع اجناس اخرى :

- مع العفصية والبلوط الفليني والعرعر الاحمر في المناطق الشبه الجافة والحارة.
- مع العرعر الاحمر والعرع الفواح والسرو الاطلسي في المناطق الشبه الجافة الباردة
- مع البلوط الفليني والصنوبر البحري والارز والسنديان النفضي في المناطق الرطبة والشبه رطبة.

يتميز مظهر غابة البلوط الاخضر بتفرة خاصة (Sous-bois) تختلف تكويناتها باختلاف التربة ومستوى التشميس او التظليل ودرجة الرطوبة :

* فوق التربة الكلسية القلوية والكلسية المختلطة تتكون التفرة في الغالب من الفستق

---

(58) يتعايش البلوط الأخضر مع أنواع مختلفة من التربات : مثل تربة البودزول المصولة، التربة السمراء المتوسطة التصويل، التربة الحمراء المتوسطية المصولة، تربة الشرساء الحمراء، تربة الحزيز في المناطق الشبه الجافة.

(Pistachier) ، السماق (Sumac) ، المصطكا البطمية (Lentisque) ، الضرو (-Teré
binthe) ، العرعر البري (Oxycèdre) السنديان القرمزي (Chêne Kermes) ،
القستوس (ciste) ، الخلنج (Bruyère) ، القويسة الناعمة (Sauge) الخروب (-carou
bier) ، الغار (Laurier) ، الدفنة (daphné) ، ندى البحر الطبي (Romarin) وصغر
القيقب والسنديان القرمزي وصنوبر حلب (Pin d'Alep) .

* فوق التربة الحمضية تتكون تفرة البلوط الاخضر، الخلنج، القستوس والخزامي (Lavande) ، وهنا يمكن ان تتداخل تفرة البلوط الاخضر مع تفرة البلوط الفليني .

2 : البلوط الفليني (Quercus suber) :

مجاله اقل اتساعا من مجال البلوط الاخضر حيث يمتد على السواحل الغربية لايطاليا وشبه الجزيرة الايبيرية، في جنوب وجنوب غرب فرنسا، وعلى طول الساحل الشمال الافريقي في المغرب والجزائر وتونس .

ميزته الثانية انه يتطلب تربة سيليسية (الشيست، الغرانيت، الكوارتز و الرمل)، وهذا يبرر الى حد كبير امتداد مجاله للكتل البلورية القديمة . كما انه أكثر حساسية لشدة البرد والصقيع مما يبرر عدم تجاوزه للمرتفعات العليا، كما يتطلب رطوبة عالية أو ومتوسطة مع ضعف في حدة التشميس .

تتميز تفرته بتنوع عناصرها، نذكر من بينها النوع الالفسيليسي مثل الضرو والعرعر البري والجنبات القستوسية، الخزامى، الخلنج، القطلب (Arbousier) ، كردمانة (garou) ، الجولق (Ajonc) ، ندى البحر، القويسة الناعمة، الدوم القزمي (palmier nain) ، اللؤلؤية (marguerite) ، البرواق (Asphodèle) ، الكمثري البري (poirier) ، حشيشة العصافير (Passerine) ، الاس (myrte) ، الباهرة (Agave) ، الفستق (Pistachier) .

ومن اهم مميزات تطور غابة البلوط الفليني والبلوط الاخضر تدخل الانسان والحيوان في تغيير حجم وشكل تشكيلتها الأصلية؛ وخير مثال على ذلك يتجلى في غابة الاحراج .

3 : الاحراج المتوسطية :

تتكون ـ رغم اختلاف تسميتها من منطقة لاخرى ـ من تشكيلتين اساسيتين :

1 . 3 ـ **الأشب** : ويتخذ عدة تسميات :

في غرب الولايات المتحدة : Chapparal ، في جنوب افريقيا واستراليا Mallée ، في الشيلي : Mattoral وفي الادب الفرنسي يطلق عليه اسم : Maquis الذي يمثل مرحلة من تدهور الغابة الافلسيلسية المكونة على الخصوص من شجر الفلين وبعض الصنوبريات، كما يتميز بعدم تقطعه المجالي وصعوبة اجتيازه رغم قصر الاشجار والجنبات .

من اهم العوامل المولدة للأشب ياتي الانسان والحيوان في الدرجة الاولى قبل التربة والسطح ودرجة الجفاف .

من اهم العناصر المكونة للاشب بعد صغار اشجار الفلين نجد القستوس، الزيتون البري، الآس، ندى البحر، الخزامى، الخلنج الشجري، الصبار، النخيل القزمي، القطلب وعود البرق الجنيبي من الفصيلة القرنية (Calycotome) .
ومن هذا العرض يتضح ان تكوينات الاشب تقترب كثيرا من الغيل .

2 . 3 ـ الغيل (Garrigue) :

يتميز بقصر قامة النباتات المكونة له بالاضافة الى تقطع مجاله وعدم استرساله كما هو الشأن بالنسبة للاشب.
غالبا ما تتولد الاحراج الغيلية عن تدهور غابة البلوط الاخضر الالفكلسي. تطلق عليه عدة تسميات ذات الطابع الجهوي او المحلي : بجنوب فرنسا : Garroulia، بكتالونيا الاسبانية : garriga .

اذا كانت نوعية التربة وقلة الرطوبة ودرجة التشميس تتدخل في ظهور غابة الغيل فإن تدخل الانسان بالرعي المكثف والحرائق والاقتلاع قد طبع منذ القديم المظهر الغيلي للمجال الغابوي المتوسطي.

ومن اهم مكونات الغيل بالاضافة الى صغار اشجار البلوط الاخضر نجد بعض القـزميات مثـل ندى البحـر، الخـزامى والنجيليات والبلوط القـزمي والقستـوس، الـوزال، الـبرواق، البصليات، الرتم، الغار، الآس، والقطلب والزعتر . . .

وتجـدر الاشـارة الى ان الاحراج الاشبية والغيلية تتشكل في معظمها من فصائل دائمة الخضرة، الا انها في بعض الجهات كما هو الشأن بالنسبة للتكوينات الغابوية الاخرى تتشكل من اصناف نفضية.

ب ـ الاصناف النفضية Espèces caduques :

عندما تتقلص المدة الجافة وترتفع نسبة الرطوبة تتخلل الغابة المتوسطية بعض الاصناف النفضية مكونة بذلك غابة انتقالية او ما يسمى بالغابة المختلطة القابمتوسطية (Forêt mixte-submédíterranienne) . ومن بين اهم الاصناف النفضية نورد :

- الاشجار المثمرة كالتين والخوخ والمشمش والقسطل والفستق . . .
- الاصناف المسيطرة كالسنديان (سنديان لوسيطانيا، سنديان مقدونيا، السنديان الذنيبي وهو الاكثر انتشارا)،
- اصناف نفضية اخرى كالدردار والمران والزان والبتولة والسنديان القرمزي . . .

ج ـ الصنوبريات Conifères :

يكتسي وجود هذا الصنف من النباتات ضمن الغطاء المتوسطي طابعا خاصا نظرا لاتساع مجالها ـ رغم قلة عددها ـ بالاضافة الى منظرها الدائم الخضرة.
من مميزات بيئة الصنوبريات : شدة البرودة، قلة الرطوبة، كثرة الجفاف البارد وضعف التربة . . .

ومن بين العناصر الممثلة للصنوبريات نورد :

- صنوبر حلب (Pinus Halepensis) الذي ينتشر بكثرة خارج بلاد الشام التي تمثل حسب بعض الدراسات مهده الاصلي. من مميزاته انه يشبه البلوط الاخضر في تكيفهما مع نفس التربة والمناخ الشيء الذي جعلهما يختلطان على طول الساحل المتوسطي.
- الصنوبر البحري (Pinus Pinaster) الذي يتميز بخصائص فيزيولوجية ومظهرية متميزة (120 سنة من العمر، ارتفاع 20 ـ 30 مترا، نفوره من التربات الثقيلة او السطحية).

رغم انه يتكاثر بسرعة وبسهولة فإن مجاله اقل اتساعا مع مجال الصنوبر الحلبي، بحيث لا يخرج عن نطاق الجهة الغربية للبحر المتوسط (شريط ساحلي ضيق من الجزائر والمغرب)، وعلى سواحل اسبانيا والبرتغال.

- الارز (cidrus Libanotica) : سمي بالارز اللبناني لكون اصله يعود لجبال لبنان (منذ الزمن الثالث). ميزة مجال انه من النوع الخليف المتقلص (كان يشمل ايضا بلاد اوربا في الزمن الثالث)، كما انه مجال شاهد متقطع (Aire relicte discontinue) حيث يوجد في عدة مناطق : شمال لبنان وجنوب تركيا في الشرق، الاطلس المغربي الجزائري والريف المغربي في الجهة الغربية من البحر المتوسط.

في غالب الاحيان يحتل الارز المستويات المناخية الرطبة (300 ـ 450 ملم) وضمنها قد يصل الى اعلى المستويات (2000 ـ 2500 م) حيث يتحمل البرودة وشدة هبوب الرياح بالاضافة الى ضعف التربة وشدة الانحدار.

هذا وللارز سلوك محايد بالنسبة للتربة (كلس، شيست، طفل ـ حث سيليسي، غرانيت، بازالت . . . .)

للارز تفرة غنية ومميزة لمجاله، ومن اهم العناصر المكونة لها نجد : الطقسوس، قيقب مونتبيليي، الدفنة، اللبلاب، البهشية، الزعرور، الهلقس، عود الصليب، الفوة، الوزال، العلفية المنتصبة، العكرش، الاصبعية اللفية.

ومن الصنوبريات المشكلة للغابة المتوسطة نجد ايضا : الصنوبر المظلي (Pin Parasol) خصوصا في شبه الجزيرة الايبيرية، وصنوبر لاريسيو (Pin Laricio) بمرتفعات كورسيكا وكلابريا، وتنوب پنساپو (Sapin Pinsapo) (59) بالمرتفعات الرطبة لجبال الريف، صقلية، اليونان وتركيا.

كما نصادف ضمن الغطاء الصنوبري المتوسطي العفصية (Thuya) خصوصا منها عفصية شمال افريقيا (Tetraclinis articulata) وتمثل أحد مظاهر الاستيطان بشمال افريقيا (المغرب الجزائر تونس)، ويعود تاريخ ظهورها للزمن الثالث بغرب الابيض المتوسط.

ونجد ايضا العرعر (Geniperus) خصوصا منذ العرعر الاحمر (G. phoenicea) الذي يمتد مجاله من العربية السعودية شرقا الى جزر الخالدات غربا، وقد يوجد العرعر في نفس الوقت على السواحل وفي داخل البلاد، في الهضاب وفي المرتفعات (2400 متر بجبل صاغرو بالمغرب).

ويصادف ايضا العرعر الفواح (G. Thurifera) وهو فصيلة قديمة، مجاله متقطع يحتل في الغالب البيئة الشبه باردة (مثلا في المرتفعات المغربية).

ومن صنوبريات الغطاء المتوسطي نجد السرو الاخضر (Cupres sus Sempervirens) الذي يمثل حسب «جوسن» نموذجا من الاستيطان الخليف بالاطلس المغربي (En-démisme vicariant) خصوصا منه السرو الاطلسي (cupressus atlantica) الذي يتميز بشكله الهرمي والافقي، من اهم مميزات سلوكه انه يتكيف مع شدة البرودة ومع التربة الفقيرة.

---

(59) يمثل مجال هذا الصنف من الصنوبريات نموذج المجالات الاستيطانية المتقطعة (Endémisme discontinu)

ومن جملة الفصائل المعبرة عن الغطاء النباتي المتوسطي نجد ايضا الفستق الا طلسي - (Pistacia atlantica) اركـان (Argana spinosa) ، الطلح الصمغي (Acacia raddiana) ، الحلفـاء (Stipa tenacissima) .

ونـورد في مايلي الانـواع الشجرية التي تساهم بنسب حضور مختلفة في تشكيلة الغطاء النباتي المغربي (60) :

الجدول رقم : 15 الاصناف الأصلية

التسمية الأصلية	المقابل بالعربية	المقابل بالفرنسية
Sorbus (Torminalis, Aria)	الغبيراء	Alisier
Prunus amigdalus	اللوز	Amandier
Arbutus unedo	القطلب	Arbousier
Alnus glutinosa	المغث	Aulne (Aune)
Betula alba	البتولة البيضاء	Bouleau Blanc
Ceratonia siliqua	الخروب	Caroubier
Quercus coccifera	السنديان القرمزي	Chêne Kermès
Acer monspessulanum	قيقب مونبيلي	Erable de Montpellier
Ficus carica	التين	Figuier
Phillyrea angustifolia	الخيطية	Filaria
Fraxinus (oxyphylla xanthoxyloide)	المران	Frêne
Ilex aquifolium	البهشية	Houx
Taxus baccata	الطقسوس	If
Zisuphus lotus	العناب	Jujubier
Laurus	الغار	Laurier
Prunus avium	الكرز	Merisier
Celtis australis	النشم	Micocoulier
Juglans regia	الجوز	Noyer
Olea (Oleaster, Sativa)	الزيتون	Olivier
Ulmus campestris	الدردار الريفي	Orme champêtre
Phoenix dactylifera	النخيل التمري	Palmier dattier
Chamaerops humilis	النخيل القزمي	Palmier nain
Populus alba	الحور الابيض	Peuplier blanc
Populus Euphratica	حور الفرات	Peuplier de l'Euphrate
Populus nigra	الحور الأسود	Peuplier noir
Pinus (nigra, mauretanica)	صنوبر لاريسيو	Pin Laricio
Pistacia atlantica	الفستق	Pistachier
Pirus mamorensis	أجاص المعمورة	Poirier de Mâmora
Salix (alba, purpurea, pedicellata, atrocinerea)	الصفصاف	Saule
Tamarix (aphylla, articulata)	الطرفاء	Tamarix
Rhus pentaphyllum	تيرزا (السماق)	Tigzha (Sumac)

(60) Métro (A) : op. cit, pp : 100 - 115.

الجدول رقم : 16 الاصناف الدخيلة والمجلوبة

التسمية الأصلية	المقابل بالعربية	المقابل بالفرنسية
Acacia ayclops, cyanophylla (horrida, farnesiana)	طلح (جنوب استراليا)	Acacia
Araucaria excelsa	اروكاريا (المحيط الهادي)	Araucaria
Cyprecus arizonica	سرو اريزونا	Cyprés d'Arizona
Cyprecus macrocarpa	سرو لامبير	Cyprés Lambert
Encalyptus (globulus, occidentalis, robusta sideroxylon)	الكافور (الاسترالي والغربي)	Encalyptus
Opuntia ficus	صبار بربري	Figuier de barbarie
Populus	الحور	Peuplier
Pinus radiala	صنوبر مونتيري	Pin de Montery
Pinus canariensis	صنوبر الخالدات	Pin des Canaries
Pinus pinea	الصنوبر النواتي	Pin pignon
Robinia	الروبينية	Robinier
Casuarina (cunninghamiana)	كازوارينا	casuarina

Source : pour les 2 tableaux n° 15 et 16 voir Metro (A) op. cit :

رابعا : الغابة المدارية ذات التواتر الفصلي

ينتشر هذا النوع من الغابة في المناطق الخاضعة لمناخ ذي وتيرة فصلية حيث يتعاقب فصل جاف وحار (من 5 الى 8 اشهر) مع فصل حار مطير (قد تصل الكميات المتساقطة سنويا الى 2500 ملمتر). وتتوزع هذه المناطق على اربع قارات :

- في القارة الاسيوية تنتشر في الهند، بنغلاديش، مليزيا، الفيتنام، التايلاند، الكمبودج، اللاووس، الفلبين، بورما واندونيسيا.
- في اقيانوسيا تنتشر على الساحل الشمالي الشرقي لاستراليا وجنوب شرق غينيا الجديدة.
- في افريقيا توجد في مدغشقر والساحل الشرقي للموزنبيق وجنوب تانزانيا.
- في امريكا اللاتينية ينتشر هذا الصنف من الغابة المدارية في دول امريكا الوسطى (دون المكسيك)، شمال فنزويلا وكولومبيا، على الشريط الساحلي الشرقي للبرازيل (بين ريسيف في الشمال وريودي جانيرو في الجنوب).

من مميزات هذه الغابة الموسمية المرتبطة بميكانيزمات المناخ الموسمي :

- امتزاجها بالغابة الاستوائية الدائمة الخضرة، ومن هنا جاءت صعوبة تحديد مجالها بدقة.
- امتزاجها بالسفانا في المناطق المدارية ذات التواتر الفصلي.
- سيادة بعض الاصناف النفضية التي تسقط اوراقها خلال الفصل الجاف لكن بطريقة تواترية الشيء الذي يضفي على الغابة طابع الخضرة الدائمة.
- تأثر مجالها بتدخل الانسان فجاء متقطعا خصوصا في المناطق الكثيفة السكان.
- تتميز اشجار الغابة المدارية ذات التواتر الفصلي بقصر قامتها او توسطها (12 - 35 م) وبضخامة جذوعها.

- ان انفتاح الغابة يساعد في العموم على تسرب الضوء نحو الارض الشيء الذي يسهل نمو الاصناف الالفضوئية خصوصا منها الاعشاب التي تجعل التوغل في هذه الغابة امرا صعبا - وهنا يلتقي هذا النوع من الغابة مع السفانا الشجرية.
- من اهم مكونات الغابة الموسمية نجد الساج (Tectona grandis) النيح الملحي (Chorea-obtusa)، ومن الطفيليات نجد الدبق (Viscum abbum) ومن عائلة القرنيات نجد البينكادو (Pyinkado) وكذا شجرة الحديد (Iron wood) والسنط وخشب الصندل، التين البنغالي (Banyan) ، البيزيا (albizzia) والمامبو (Bambou) .

خامسا : الغابة الصنوبرية لواجهة المحيط الهادي (الخريطة12)

تمتد هذه الغابة على مسافة 3700 كلم وعلى عرض 500 كلم على الواجهة الغربية لامريكا الشمالية.
يتراوح ارتقاؤها في الارتفاع بين 0 و600 م في الشمال و0 و1500 في الجنوب.
تتميز بيئتها على العموم بمناخ شديد الرطوبة وامتداد الموسم الانباتي وخصوصا ضعف المدي الحراري، والجدول التالي يلخص ذلك :

الجدول رقم : 17

المحطات	الموقع	كميات الامطار	المعدل الحراري	
			يناير	غشت
Port samson	54° N	2320 ملم	14,°0	1,1°
Victoria	49	2000	15,7	4,0
Enrika	41	1200	13,3	8,3

ومن هنا يبدو ان هناك تقاربا بين خصائص هذا المناخ وخصائص مناخ الواجهة الغربية لأوربا المحيطية، الا ان هناك بعض المفارقات : فمناخ الواجهة الشرقية للمحيط الهادي عند خطوط العرض الواردة في الجدول يتميز اكثر من غيره بطابع الرطوبة المحيطية حيث يسود الدفء واللطف خلال السنة مع تساقطات معتدلة على العموم؛ هذا بالاضافة الى ضعف المدى الحراري اليومي والسنوي. ومن اوجه الاختلافات ايضا نسجل ان التاريخ لعب دورا اساسيا في نوعية وكثافة وتطور الحصيلة النباتية بين الواجهة الغربية لشمال أمريكا بالمقارنة مع الواجهة الغربية لاوربا المحيطية ذلك ان الزحف الجليدي الرباعي قد لعب دورا حاسما في تدمير النباتات او طردها نحو جنوب اوربا بينما في غرب امريكا الشمالية لعبت سلسلة جبال الروكي الدور الواقي من الزحف الجليدي، فضلت غابات الصنوبر والتنوب شاهدة عل الغنى النباتي الموروث عن الزمن الثالث.
ورغم ان غابة واجهة المحيط الهادي تدخل ضمن الغابات الصنوبرية فإن مظهر اشجارها وأوراقها تقدم اكثر من تقاطع للمفارقات النوعية : فاشجار غابة الساحل الهادي متميز بالارتفاع (قد تصل الى 120 م) وبالضخامة (قد يصل محيط جذع الشجرة الى 20 م)، كما ان الاوراق الابرية سميكة، عصارية وشمعية الغطاء تختلف في ذلك عن اوراق غابة الطايغا القارية.

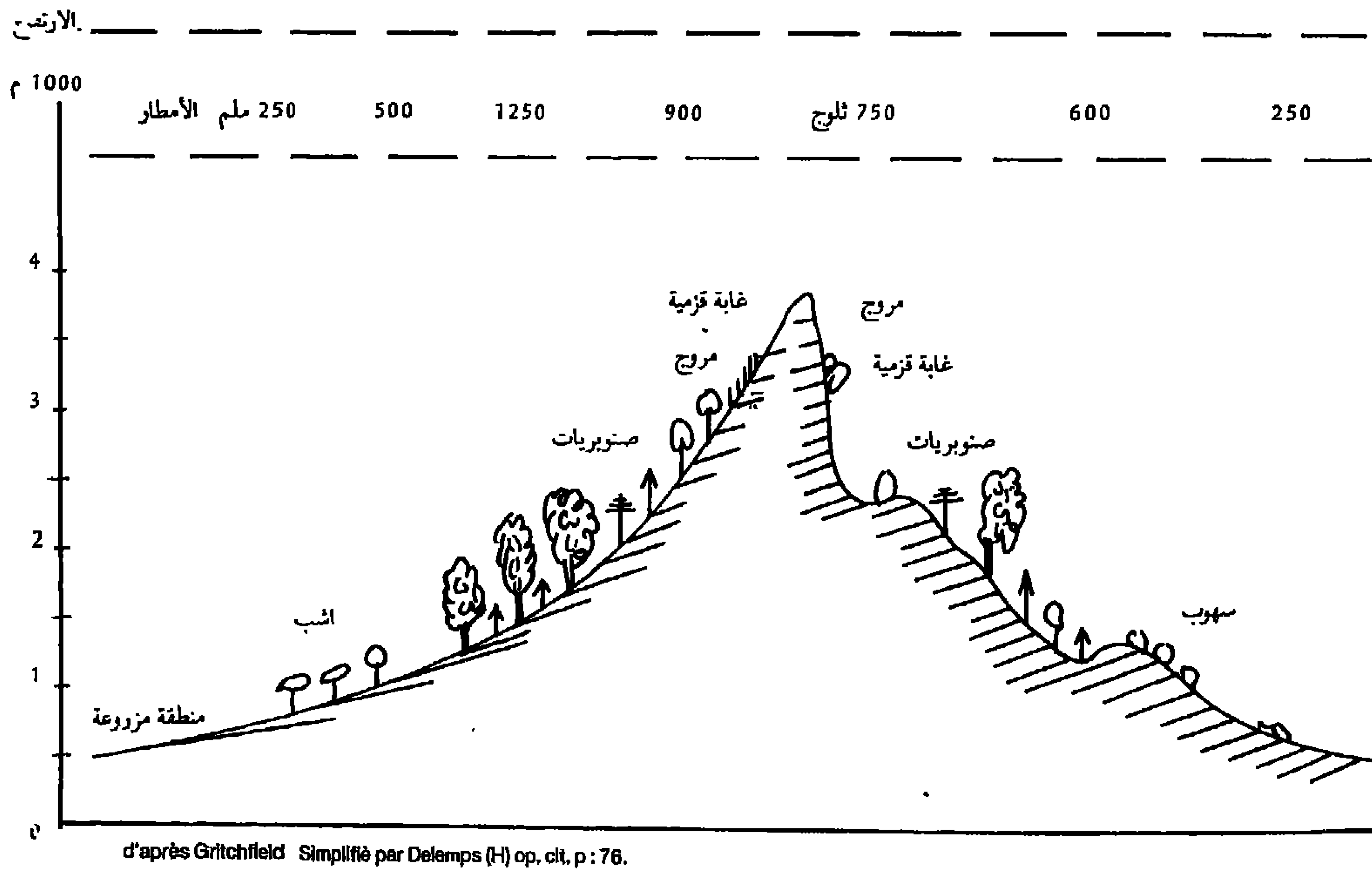
الميزة الثانية تكمن في التجانس الحاصل داخل التشكيلة الغابوية من حيث غناها النوعي حيث تسيطر اصناف شجرية متميزة مثل الهملوك الغربي (Tsuga heterophylla) والراتنجية (Picea sitchensis)، الخشب الاحمر، السيكويا الدائمة الخضرة، تنوب دوغلاس، التنوب الابيض والأصفر، العفصية -plica ta)(Thuya وهي ما يسميه الامريكيون خطأ بالارزية الحمراء الغربية (Western red cedar) (61).

الميزة الثالثة تكمن في نوعية التفرة الغنية المكونة من فصائل نفضية مثل القيقب (Erable)، الصفصاف (Saule)، العصل الوردي (Rhododendron)، قصر التنوب (sapin nain)، عنب الدب (Raisin d'ours)، العرعر (génévrier)، جار الماء (Aulne, Aune)، الحور (peuplier)، السرخس، الحزاز، الطحالب، النجيليات، القيام (myrtille)، كاسر الحجر (saxifrage)، الزركش (Berberis)، العنبية (Airelle)، ذنب الخيل (Equisitum)، البيلسان (Sureau) الريباس القلبي (Ribes).

وتتشكل أطراف هذه الغابة من تكوينات نباتية مختلفة باختلاف موقعها : ففي الشمال تمتزج بصنوبريات الطايغا. ومن الجهة الشرقية تتدهور تدريجيا لتترك المجال امام التكوينات الجبلية المتحملة للبرودة شتاء والجفاف والحرارة صيفا، ومن جهة الجنوب تختلط مع الغطاء النباتي المتوسطي.

والميزة الرابعة تكمن في مظهر التدرج النباتي حسب الارتفاع ومستوى الانحدار ونوعية التوجيه :

الرسم 48 تدرج النبات في جبال الواجهة الامريكية الغربية المطلة على المحيط الهادي



d'après Gritchfield Simplifiè par Delemps (H) op, cit, p : 76.

---

(61) Les Américains emploient souvent le nom de ( ) cedar pour désigner les arbres qui n'appartiennent pas au genre cedrus (localisé au Moyen Orient, Atlas maroco-algérien) comme le montrent les équivalences suivantes : Northern White cedar, Western red cedar (thuya plicata), Alaska yellow cedar (chamaecy paris nootkatentis). Eastern red cedar (juniperus virginiana), salt cedar (Tamarix gallica), incense cedar (Libocedrus de currens), southern white cedar (chamaecy paris thyoïdes) Elhaï (H), op. cit. p : 196.

الخاصية الخامسة تتجلى في تعايش النباتات مع تربة متطورة من النوع المصول او الشبه المصول الناتج عن غسل متواصل للافاق العليا بسبب كثرة التهاطلات السنوية، وهذا النوع من التطور نحو تربة الديجور يذكرنا بالتربة السمراء الغابوية لاوربا الغربية المحيطية.

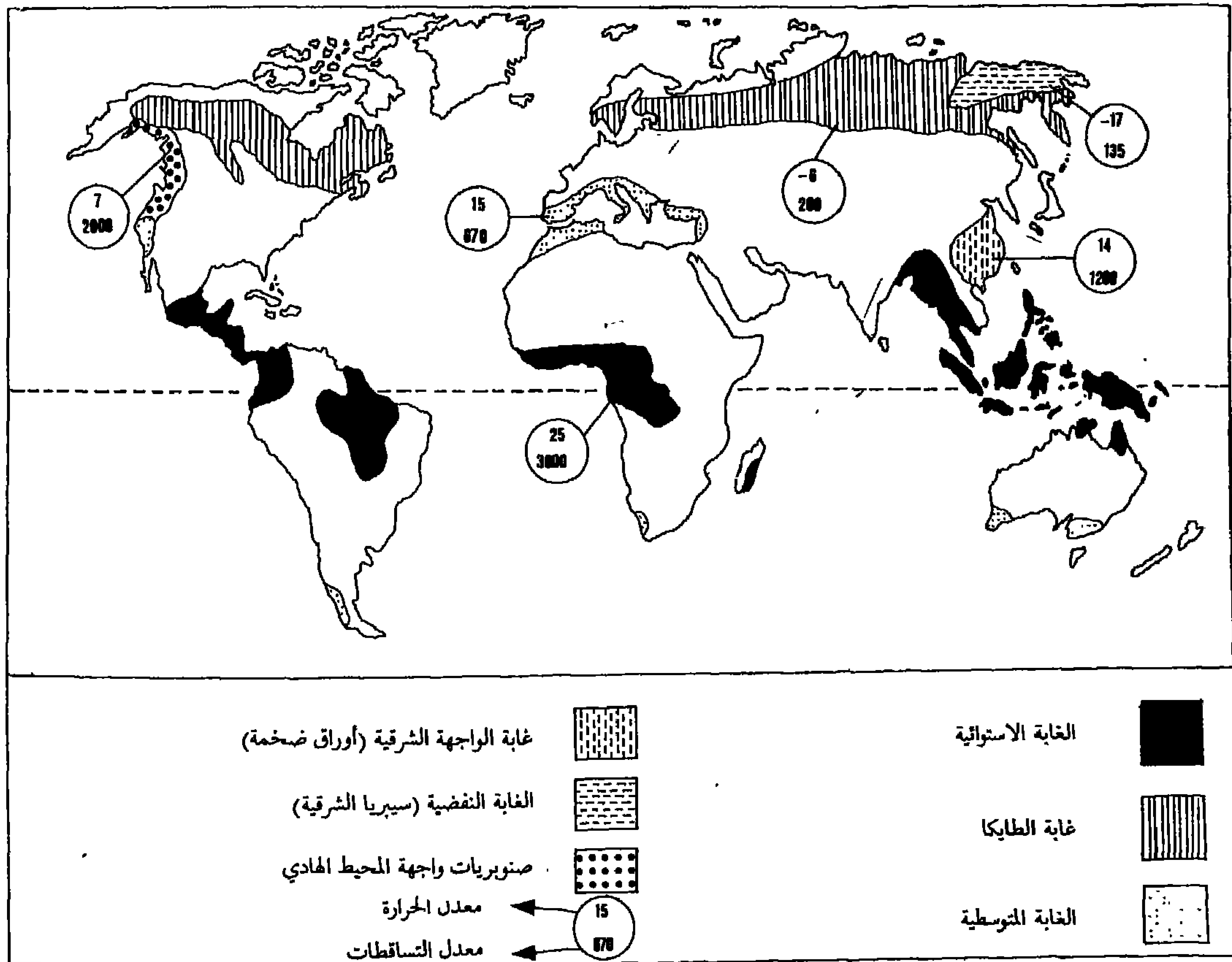
سادسا: الغابة الدائمة الخضرة للواجهة الشرقية (الخريطة12):

يطلق عليها ايضا اسم الغابة المعتدلة المطيرة الدافئة (Forêt ambrophile tempérée)، او الغابة المطيرة الانتقالية بين المجال المعتدل في الشمال والمجال الرطب الحار في الجنوب (62). تتميز هذه الغابة بمجالها المتقطع حيث توجد في اربع قارات متركزة على واجهاتها الشرقية:

- في جنوب شرق الصين وجنوب اليابان
- جنوب شرق الولايات المتحدة
- جنوب شرق البرازيل
- جنوب شرق افريقيا
- جنوب شرق استراليا

ميزتها الثالثة ان مجالها يطل على المحيطات من حيث تاتي الرطوبة والدفء ولا يتوغل كثيرا في الداخل حيث تختلط عناصرها مع العناصر النباتية القارية.

خريطة 12 التشكيلات المغلقة (الغابات النفضية والدائمة الخضرة)



(62) يطلق عليها ايضا اسم غابة الاقليم الصيني الذي يتوفر على جميع المظاهر المميزة لهذا النوع من الغابة: كثرة الاجناس والتفرعات الصنفية بالاضافة الى الكثافة والاخضرار الدائم. ويعود السبب لكثرة التساقطات (800 ـ 1400 ملم) وانتظامها على طول السنة والاعتدال الصيفي (20 ـ 25 درجة) وانعدام الفصل البارد (معدل الشهر البارد: 3 ـ 10 درجة).

ومن مميزات هذا المجـال الغابوي ان التاريخ المناخي قد لعب دورا اساسيا في تكوينه وتطوره حيث ان بيئته لم تخضع للزحف الجليدي الرباعي بل استفادت من نزوح وهجرة اصناف نباتية مختلفة من الشمال فزادت في غناها الجنسي والنوعي.

وهناك من النباتيين من يطلق عليها اسم الغابة المختلطة حيث تمتزج اصنافها الدائمة الخضرة من جهـة الشـمال بالاصنـاف النفضية، ومن جهة الجنوب تختلط بالاصناف المدارية (63)، ومن هذه الوضعية جاءت تشكيلتها غنية معقدة.

ومن اهم عناصرها: النخيل، السرخس الشجري، البامبو، البلوط، الزيزفون، الصمغ الاحمـر والازرق، الحـور القـطني، الطوبال، السرو المستنقعي، الصنوبر الطويل الاوراق، والصنـوبـر المشقـوق، الغـار، المنغـولية، زهرة الكاميليا، القيقب، الجوز، التانج الصيني، الكـافور، الارومة السوداء، الدردار الجبلي، الدردار الالبي، الصنوبر الاصفر، الاروكاريا، الزان الدائم الخضرة، الارز الشيلي، شجرة الصابون هذا بالاضافة الى المتسلقات والبصليات والمقعدات.

ومن مميزات غابة الاقليم الصيني ان مجالها غير مستقر بسبب الزحف الحضري والزراعي بحيث انها اندثرت تماما في بعض المناطق: جنوب شرق الولايات المتحدة، جنوب شرق الصين وجنوب افريقيا.

ومن مميزات مجال هذا النوع من الغابة انه يمثل نقطة التقاء مع الغابة النفضية.

2 . 1 . 3 الغابة النفضية (الخريطة 13)

تندرج الغابة النفضية ضمن التشكيلات النباتية المغلقة. يوجد معظمها في النصف الشـمالي من الكرة الارضية منحصرة بين غابات الطايغا والغابة المختلطة من جهة الشمال والحشائش المعتدلة او الغابة المتوسطية من جهة الجنوب.

اذا كانت التشكيلة الصنـوبـرية والغـابـة الاستوائية والمتوسطية تتخذ طابع الخضرة الـدائمـة او الشبه دائمة فإن الغابة النفضية والنفضية المختلطة تتخذ سلوكا مغايرا وذلك باسقاطها للاوراق وقضاء فترة الشتاء في حالة غفوة (Dormance) تسمح لها باختزان الطاقة الحرارية التراكمية لفترة التوريق اللاحقة، هذا بالاضافة الى اختزانها للمياه بسبب قلة او غياب النتح والتبخر الشيء الذي يساعدها على مقاومة فترات الجليد القاسية.

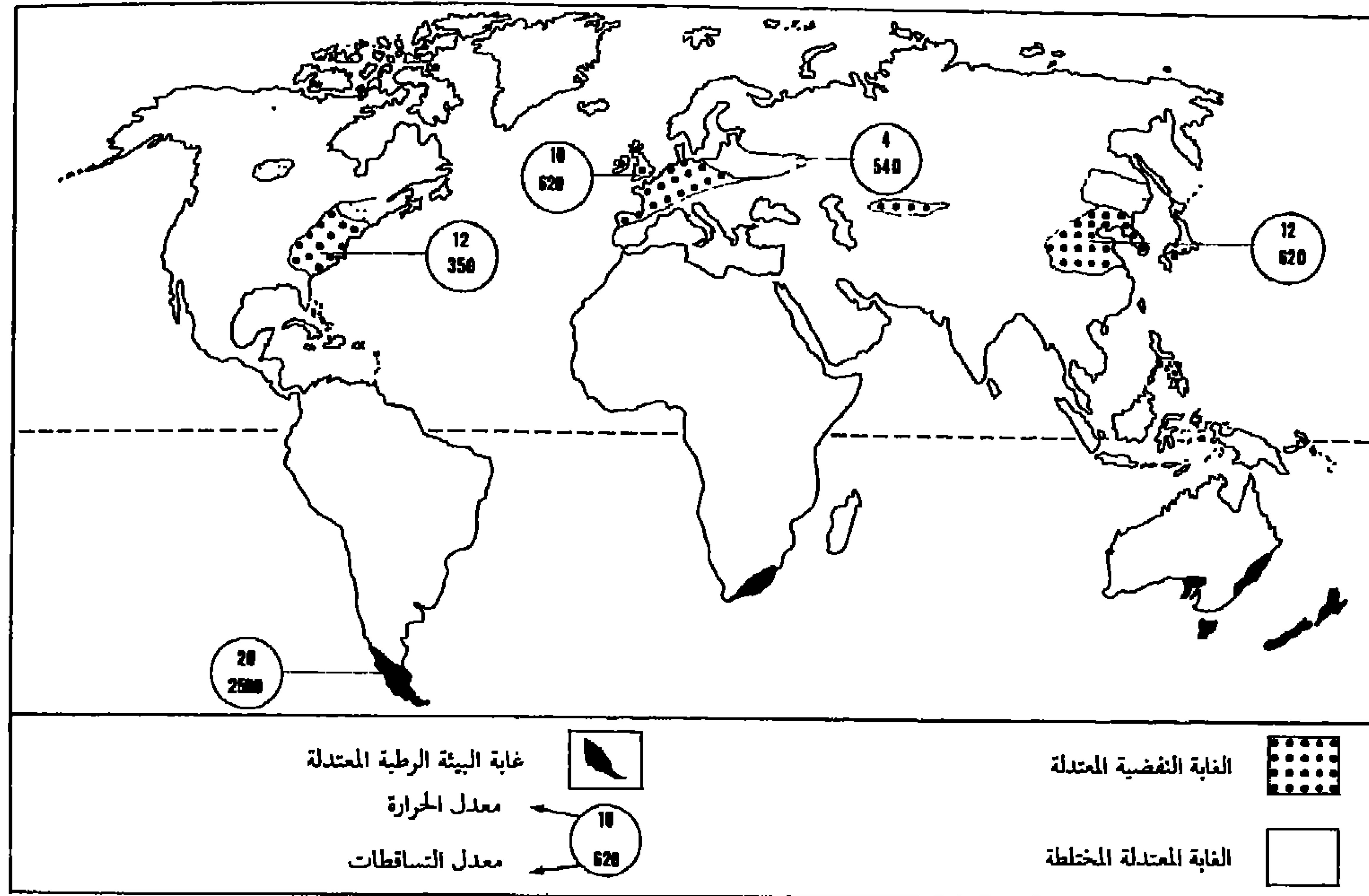
الخاصية المميزة للغابة النفضية تكمن في تقطع مجالها المستوطن للقارات الخمس مع سيادة مجالية لاوربا المعتدلة. ويعود تقطع مجالها بالدرجة الاولى الى تدخل الانسان بالفلاحة والتصنيع والتمدين، هذا بالاضافة الى تدخل التاريخ المناخي حيث ادى الزحف الجليدي الرباعي الى اتلاف او نزوح اجناس واصناف مختلفة من موطنها الاصلي لتختلط باجناس وانواع اخرى في البيئات الجنوبية. وبسبب تدخل هذه العوامل جاءت الحصيلة النباتية هزيلة بالمقارنة مثلا مع الغابة الاستوائية.

ومن العوامل المؤثرة في المجال الغابوي النفضي نورد طبيعة التضاريس وطريقة انتصاب الجبال، كما يؤدي انخفاض الحرارة (في المناطق ذات النزعة القارية) الى تدهور الاصناف

(63) من هذا المنظور المناخي اطلق عليها ايضا اسم الغابة الشبه مدارية نظرا لتعايش نباتاتها مع تربة طينية وغرينية محمرة بسبب تركز اوكسيدات الحديد (انظر الرسم 24).

المعتدلة النفضية وتراجعها امام الاصناف القارية الالفجلدية (64) من الصنوبريات في الشمال والشمال الشرقي، والتشكيلة الحشائشية المعتدلة في الجنوب بالنسبة لآسيا وفي الغرب بالنسبة للولايات المتحدة.

خريطة 13 أصناف غابات المنطقة المعتدلة



ومن مميزات الغابة المعتدلة النفضية مظهرها التطبقي (Forêt stratifiée) بخلاف ما ذهب اليه بعض الدارسين؛ صحيح انها تختلف في تطبقها شكلا ومضمونا عن الحالة في الغابة الاستوائية مثلا، الا انها تقدم في مظهرها العام بعض أوجه التطبق التي تسمح به نوعية النبات (علوه، قممه، سلوكه الاضائي والحراري . . .) وكثافة ودرجة منافسته للاصناف السفلى خصوصا منها الالفضوئية.

ونستعرض فيما يلي اهم العناصر المشكلة للغابة النفضية عبر التسلسل التطبقي الذي يختلف من منطقة لاخرى :

- الطبقة العلوية (20 ـ 30 م) تتكون من الاشجار العالية مثل السنديان، النيرية البلوطية، الزان، القيقب الجميزي، المران، الزيزفون، التنوب، الرجراج، البتولة، الدردار.
- الطبقة المتوسطة تتكون من الجنبات والشجيرات الغير المنتظمة النمو (3 ـ 6 م) مثل : البقس (Buis)، النسرين (Eglantier)، الزعرور (Aubépine)، القيقب (Era-ble)، البرقوق الشائك (Prunellier)، البيلسان (Sureau) الجوز (Noyer)، البهشية (Houx)، الطقسوس (if)، البندق (Noisetier) القسطل الريفي (Chataîgnier-

(64) اذا كانت الاشجار الصنوبرية تتحمل انخفاض الحرارة دون الصفر فإن الاصناف المعتدلة النفضية لا تسمح بحرارة دون خمس درجات (كعتبة حرارية) لتضمن نجاح الدورة الانباتية.

(Sorbier) الـرباط (Troène) ، حشيشة الزئبق (Mercuriale) ، الغبيراء (champêtre
القطلب (Arbousier) ، الاسبرولة (Aspèrule) ، الشفوية (Labiée) ، الكستناء -Mar)
(ronier ، الغار (Laurier) ، الغار الكرزي (Laurier-cerisier) ، جار الماء ,Aulne)
(Aune الهوسج النبقي (Bourdaine) ، الشوكل (Ronce) ، كرز الطير (Merisier) ،
الرباطية (Viorme) ، القرانية (cornouiller) ، الجولق (Ajonc) ، القهام (Myrtille) إضافة الى اللبلاب والتفاح البري وزهر العسل . . .

- الطبقة السفلى تكون أدنى مستوى من التفرة الأجمية والعشبية ولهذا علاقة مع مستوى الاضـاءة وكثـافـة الفـرشـة النبـاتية ونسيج الـتربة خصوصا في مسكاتها العلوية، وبمستوى التهوية ودرجة الرطوبة.

ومن أهم مكونات هذا المستوى النباتي نورد : المضاض (Fusain) ، الخلنج (Bruyère) ، الشقار (Renoncule) ، زهرة الربيع (Primevère) ، شقائق النعمان (Anémone) ، العنصل (Scille) ، السرخس (Fougère) ، خاتم سليمان -Sceau) (de salomon ، الزئبقية (Jacinthe) ، السعديات (cypéracées) ، النجيليات -gra) (minées الخ . . .

ان ما يميز الغابة النفضية هو طابع السيطرة التي تفرضه أجناس معينة مثل السنديان والزان :

- فالسنديان يسود في جل المجالات الشمالية التي تكسوها الغابات النفضية (65)، ميزة اصنـافـه المتنـوعة انها تقاوم شدة البرودة مع اختلاف في نوعية تعايشها مع نوعية الـتربـة : فالسنـديان الغـير الذنيبي (Quercus séssilis) يتعايش مع التربة الرملية الغليظة المسام والنافذة، كما يتحمل العيش فوق التربة الحمضيـة المصولـة الفقيرة شريطة ان لا تتعدى السقف المسموح به من حيث نسبة احتوائها على الماء. وخلافا لذلك يتحمل السنديان الذنيبي (Q. peduncula) التربة الرطبة الثقيلة والغير النافدة كالتربة الطينية مثلا.

- امـا شجـرة الـزان (Fagus silvatica) فتحتل الصدارة في التشكيلة الغابوية لاوربا الغربية والوسطى (الزان الشمالي) وفي بعض المناطق المعتدلة في النصف الجنوبي من الكـرة الارضية (الزان الجنوبي Nothofagus) (انظر الخريطة 5). فبالنسبة للنوع الاول وهو الاكثر حضورا يتميز بالاضافة الى موقع وحدود مجاله بالخصائص التالية : ينتشر على السـواء في المنخفضات والسهول وعلى المنحدرات وفي المرتفعات حيث يختلط مع السنديان والصنوبريات في أعالي الجبال (المستوى الشبألبي) ؛ وحسب خطوط الـطول يتوغل قاريا نحو الشرق حيث يترك تدريجيا مكانه للسنديان الغير الذنيبي والذنيبي، وفي اتجاه الجنوب الشرقي يُعوَّض بالزان الشرقي -Fagus orien) (talis

(65) لقد لوحظ وجود السنديان بالقرب من خط الاستواء : في بورنيو، جاوا، سومطرا، ويمثل هنا حالة استثنائية.

واهم ما يميز مجال الزان الحالي هو كون الزحف الجليدي خلال الرباعي ادى الى نزوحه على الخصوص نحو الجنوب ولم يستطع العودة لتعمير البيئة الأصلية الا مؤخرا (Réoccupation tardive) (66). والخاصية الثالثة تكمن في كون بذور شجرة الزان ثقيلة يصعب نقلها على مسافات طويلة، الشيء الذي يبرر تقوقع مجاله بالمقارنة مع مجال السنديان مثلا، ومن جهة اخرى فشجرة الزان خلال مراحل نموها الاولى تتصرف وكأنها من الصنف الالفضلي (Essence d'ombre) الشيء الذي يفرض وجود اصناف عليا تلعب دور المظلة الواقية في انتظار بلوغها مرحلة الاستغناء والعيش مباشرة على اشعة الشمس.

ونشير ايضا الى ان الزان يفضل البيئة الرطبة ذات النزعة الضبابية كما يتحمل الحرارات المتوسطة وينفر من الحرارات الدنيا والصقيع المتأخر والفترات الجافة خصوصا منها الطويلة وهذا دليل على عدم وجوده في الخطوط الدنيا لفرنسا.

ومن زاوية السلوك الترابي يتعايش الزان مع التربة السيليسية (سلم الحموضة يتراوح بين Ph 5_4) كما يوجد فوق التربة الكلسية ذات مركب ماص مشبع او شبه مشبع (67)، والذي يفسر هذا النوع من السلوك الترابي هي نوعيه التفرة المرافقة لغابة الزان والتي غالبا ما تشترط ـ بالاضافة الى مدة التشميس او التظليل ـ نوعا خاصا من التربة.

وفي أكثر من موقع تختلط شجرة الزان بانواع اخرى مثل السنديان الغير الذنيبي والذنيبي وبعض الفصائل الصنوبرية ؛ وفي بعض الاحيان تتكون غابة مختلطة من جهة الشمال والشمال الشرقي، او الغابة المختلطة المتوسطية، او الغابة المختلطة الدائمة الخضرة ذات النزعة المدارية من جهة الشرق والجنوب الشرقي خصوصا في آسيا والولايات المتحدة. وفي غالب الاحيان ما يترك الزان والفصائل النفضية الأخرى مكانها للتشكيلات العشبية في الجهات ذات النزعة القارية (امريكا الشمالية واورآسيا).

3 . 1 . 3 التشكيلات العشبية (الخريطة 14) :

وتدخل ضمن التشكيلات النباتية المغلقة، وتظم حسب نوعية المناخ والتربة تشكيلة السڤانا والبراري، ولكل من التشكيلتين خصائص مميزة لها :

اولا : البراري (Prairies) :

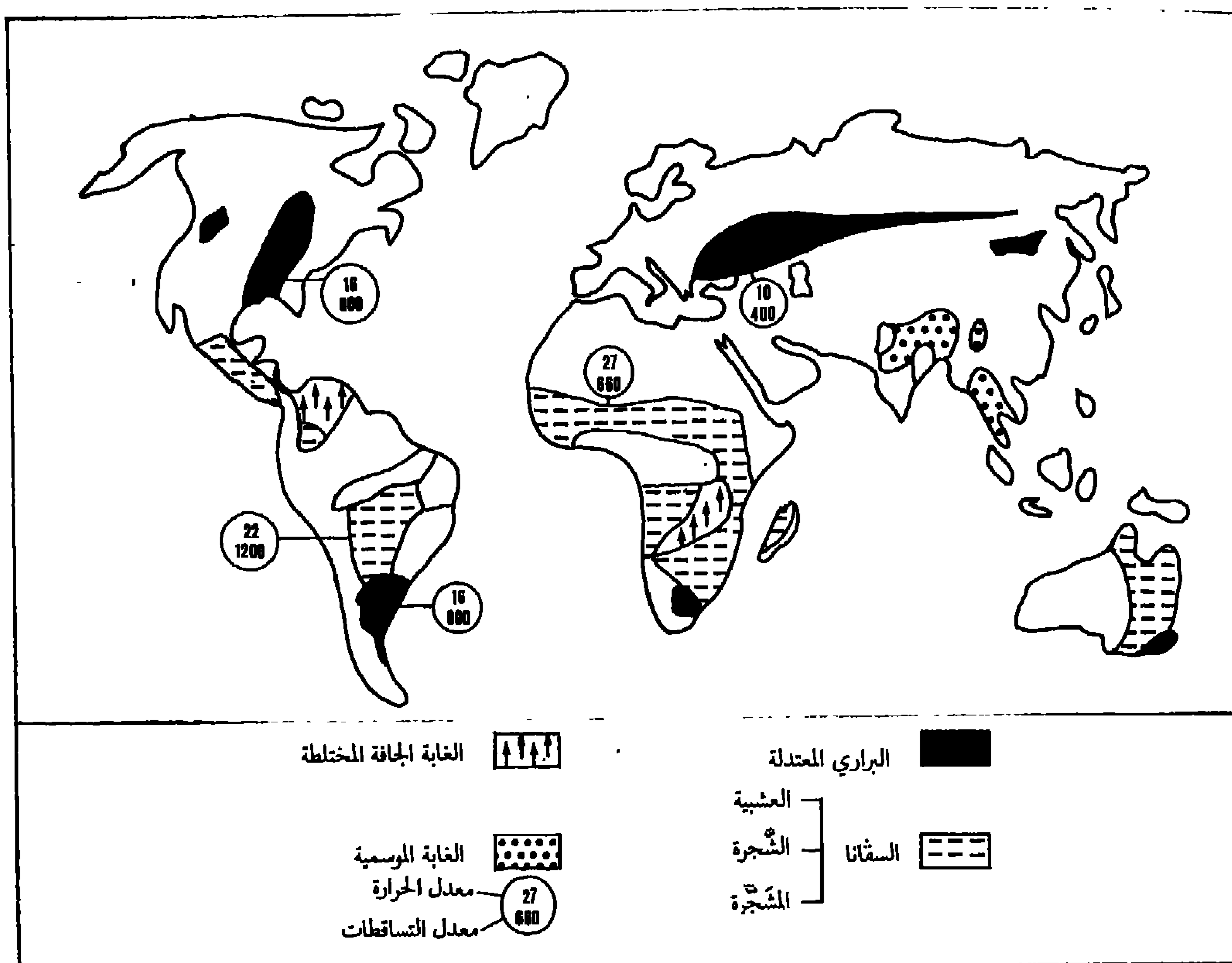
وتدخل ضمن التشكيلة النباتية المعتدلة للنصف الشمالي من الكرة الارضية حيث يتركز أغلبها في وسط امريكا الشمالية (بين خطيْ عرض 32 و53 شمالا) ووسط اوراسيا (من هنغاريا الى سيبريا الغربية)، بالاضافة الى مجالات متقطعة في استراليا ونيوزلاندا وامريكا الجنوبية (Pampa) وجنوب افريقيا.

---

(66) حسب التحاليل البوغية ـ اللقاحية تأكد عدم حضور شجرة الزان في المناطق المعتدلة من اوربا الغربية خلال الفترات البيجْليدية (Inter-glaciaires)، رغم انه كان موجودا بها بكثافة خلال البليوسين وبداية الرباعي (Elhaï (H). op. cit. p : 225).

(67) ان شجرة الزان ـ التي تعيش في الغالب الى جانب العناصر النفضية فوق التربة الغابوية السمراء ـ اذا توفرت ظروف مناخية معينة قد تتعايش مع تربة الشرساء الغير المكتملة النمو (Rendzine) او تربة الديجور المتطورة (Podzol).

خريطة 14 التشكيلات المنخفظة والغابة المدارية



من مميزات الظروف المناخية التي تنمو فيها البراري توسط التساقطات (بين 250 و750 ملم) والتي غالبا ما تؤثر في تناقصها في شكل وكثافة وحجم الاعشاب المكونة للبراري .

من اهم مكونات البراري والتي تزدهر خلال فصل الربيع والصيف نجـد : النجيليات العلفية (درنيات،جذموريات، بصليات) في الـدرجة الاولى بنسبـة 95 ٪، والـطمـير والنصف طمـير (مـركبـات، قطانيات، سنفيات) (68) .

وتتـدرج الـبراري في شكلها وكثافتها ومن الشرق نحو الغرب على الشكل التالي :

ـ الحشائش الطويلة (4 , 1 ، 4 , 2 م) تزدهر حيث كثرة الامطار (اكثر من 500 ملم) مثل : Andropogon Gerardi, Panicum vercatum, spartina, Elymus canadensis, Sarphastrum nutans

ـ الحشائش المتوسطة (6 , 0 ـ 5 , 1 م) توجد حيث تقل الامطار عن 400 ملم مثل : Roeleria Cristato, Andropogon Smithici, Arisstida purpurea, Andropogon Scoparins, Stipa sparta

(68) في بعض الاحيان تختلط النجيليات مع الاشجار والجنيبات في المنخفضات وعلى طول ضفاف الانهار (Ecotone) ، وهذا المظهر غالبا ما يشبه الحالة في منطقة السفانا (Forêt-galerie) .

ـ الحشائش القصيرة (أقل من 0,6 مم) تسود في المناطق الاكثر تشميسا وحرارة (اقل من 300 ملم) مثل : Sporobulus, Agropy-rume stipa pictinata, Poapratensis, Buchloedactyloïdes, Bouteloua, gracilis .

يتمثل الاطار الطبيعي للبراري في طبيعة التربة والتي لها علاقة مع القاعدة الجيولوجية ونوعية الفرشة النباتية وخصوصا كمية التساقطات ودرجة التواتر الحراري . ان التربة المميزة لبيئة البراري تتمثل في التربة السوداء (chernozum) راجع الرسم 17 .

تتغير تربة البراري في عدد مسكاتها ونسيجها وسمكها ولونها باختلاف وتنوع الظروف الطبيعية السابقة الذكر (مثلا التباين الواضح بين تربة براري او كرانيا وتربة براري سيبريا الغربية وكذا بين براري شرق وبراري غرب السهول الامريكية) .

من اهم مكونات البراري والتي تزدهر خلال فصل الربيع والصيف نجد : الشقار (Anémone) ، السوسن (Iris) ، النعناع البري (menthe champêtre) ، الياقوتية (Jacin-the) ، عباد الشمس (Helianthus) الشيح (Armoise) ، الفستوكة (Festuque) ، السعادى (carex) ، الحوذان (Renoncule) ، الحلفاء (stipe) ، الناعمة (sauge) ، البنفسج (vio-lette) ، الشواضة (pholox) ، الخزامى (lavande) ، الازرار الذهبية (Boutons d'or) ، زهرة الربيع (marguerite) ياسمين البر (clématite) ، الجنطيانا (Gentiane) الزغدة (Prime-vère) ، النجمية (Asters) .

ثانيا : السڤانا (الخريطة 14)

اذا كانت تشكيلة البراري تنتمي في غالبيتها الى النصف الشمالي من الكرة الارضية فإن حشائش السڤانا تنتمي الى شقيْ الكرة الارضية .

أطلق إسم السڤانا (Savannah) من طرف الهنود الحمر؛ وقد سميت خطأ بهذا الاسم الذي يعني التشكيلة الحشائشية بدون اشجار خصوصا بعد ان امتدت التسمية الى السڤانا العشبية الشجرية والسڤانا المشجرة .

واذا كانت البراري قد جاءت نتيجة تدخل الانسان فإن حشائش السڤانا تعود في اصلها ـ بالاضافة لتدخل الانسان بالحرائق ـ الى الظروف المناخية حيث يسود المناخ ذو التواتر الفصلي (فصل جاف طويل من 4 الى 8 أشهر، وفصل مطير قصير (500 ـ 1000 ملم) .

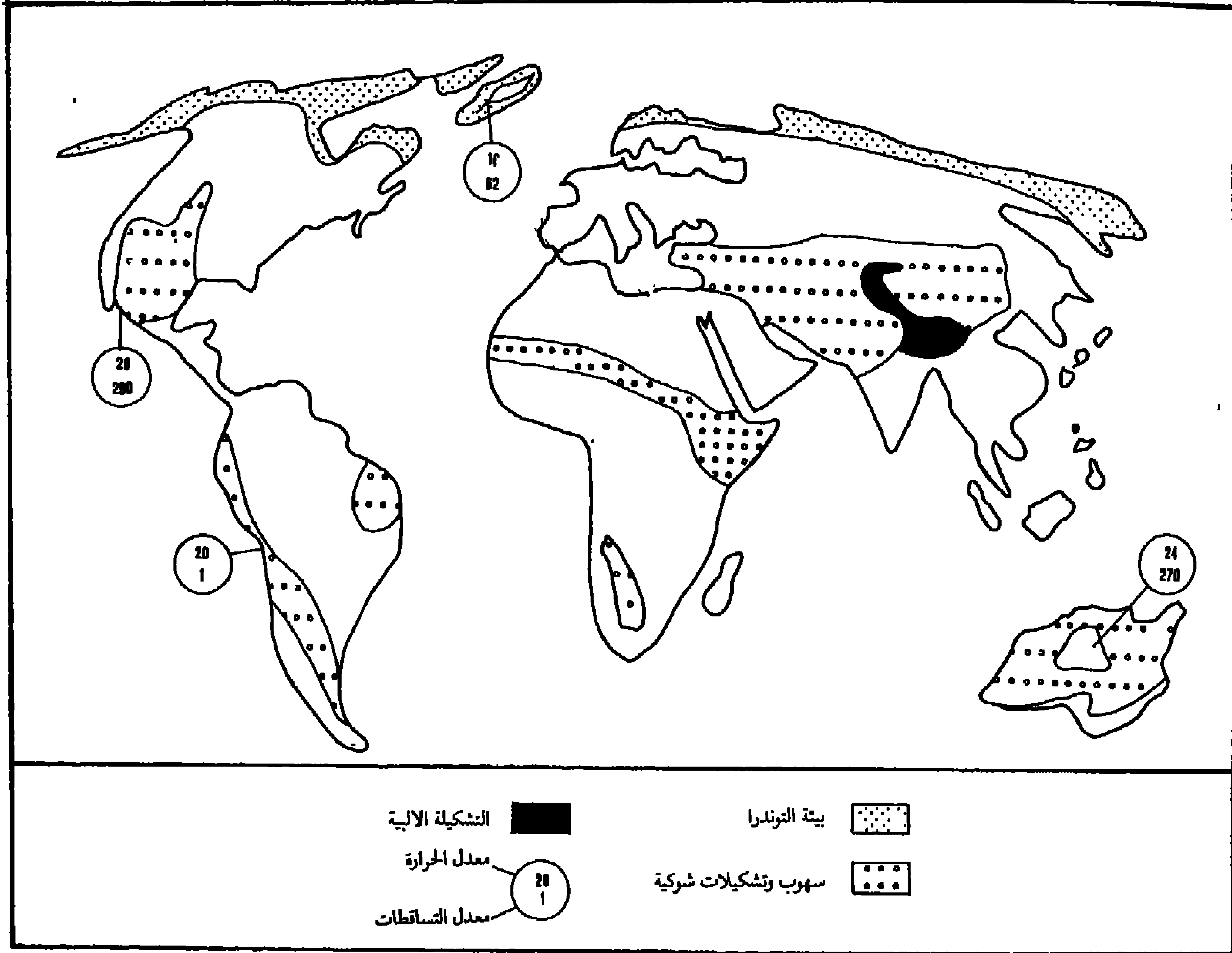
بعض المهتمين بميدان النباتات يصنف السڤانا ضمن التشكيلة العشبية المفتوحة والمغلقة في آن واحد .

تتوزع حشائش السڤانا في المناطق المدارية التالية : (الخريطة 14)
- افريقيا : شمال وجنوب الغابة الاستوائية وفي غرب جزيرة مدغشقر .
- امريكا الوسطى : جنوب وشرق غابة الامازون .
- جنوب غرب الولايات المتحدة
- هضاب الهند
- الوسط الشمالي من استراليا .

ان اهم ما يميز السڤانا هو طابعها الحشائشي السائد حيث تلعب الاشجار القصيرة والجنيبات دورا ثانويا ولا تلعب الدور المهيمن الا بجوار الانهار والشواطيء وفي منخفضات تجمع المياه وفي المناطق الانتقالية مع الغابة الاستوائية . وفي المناطق الاكثر حرارة وجفافا تلعب دور الانتقال مع التكوينات الشوكية المفتوحة (انظر الفقرة 1 . 2 . 2 من نفس الباب) تتكون السڤانا في معظمها من النجيليات (69) مثل حشيش الفيل (Pennisetum benthami, purpurum) الذي

يصل ارتفاعه الى 15 مترا وقد يتعداه اذا طال الفصل المطير وتكاثفت التساقطات. وتلعب السعديات (cyperacées) دورا ثانويا، وهناك انواع اخرى مثل العشب الخسي
Imperata cylindrica, Loudetia, hyparrhenia, Andropogon, Astrebla, Triodia, Panicum Themeda (Herbe à paillote) . . . الخ

خريطة 15 التشكيلات المفتوحة



تتميز حشائش السڤانا في كون اوراقها تستفيد جيدا بسلوكها التكيفي من التساقطات كما يلعب جزؤها الباطني (الدرنة، البصلة، الجذمور) دورا اساسيا في اختزان الماء لمدة طويلة ؛ كما يلاحظ غياب المتسلقات والمقعدات خصوصا في الجهات الخالية من الاشجار.

ونظرا لاختلاف المعطيات المناخية والطوبوغرافية والترابية ومستوى تدخل الانسان جاءت انواع السفانا على الشكل التالي :

- السڤانا العشبية (savane herbeuse) : يطلق عليها ايضا اسم السڤانا العارية بسبب انعدام الاشجار والجنيبات، وتزدهر حيث تكثر الامطار (1200 - 1600 ملم) ويتقلص الفصل الجاف (شهران على الأكثر) ؛ يسود هذا النوع من السڤانا في منطقة campo limpo و chapoidoes بالبرازيل.

(69) تتكون عائلة النجيليات بالاساس من الحشائش (350 جنسا و4000 نوعا) الشيء الذي كثف من وجود آكلات العشب مثل الكنغورو، الفيل، الحمار الوحشي، الضباء، الزرافة، الجاموس والتي تختلط في «تعايشها» مع آكلات اللحوم مثل السبع والنمر والفهد.

ـ السـڤـانـا الـشـجـرة (savane arborée) : تـنـتشر في المنـاطق الاقـل رطـوبـة (1000 ـ 1200 ملم) مثـلا في campo sujo بالبرازيل : في هذه البيئة تبرز الاشجار والجنيبات (4 ـ 8 امتار) متفرقة وسط الحشائش الطويلة وغالبا ما تكون هذه التشكيلة منطقة انتقال مع الغابة الجافة المختلطة ذات النزعة الشوكية (Forêt mixte à épineux) .

ـ السڤانا المشجرة (Savane boisée) : هنا تسجل التساقطات معدلاً يتراوح بين 1300 و1200 ملم سنـويا مثلا في campo cerrado في البرازيل، وفي منطقة Llanos بامريكا الجنوبية . كما تسيطر الاشجار بارتفاعها ونوعها وكثافتها، تشبه في مظهرها الغابة المنفرجة المفتوحة من النوع المداري (Forêt claire tropicale) ، وتبرز الاشجار بوضوح بعد مرور الحـرائق، وتقـل سيطرتهـا في الفصـل الجـاف مع نهاية الفصل المطير عندما تتكاثف الاعشاب العالية .

ومن بين أهم الاشجار المختلطة مع حشائش السڤانا نجد : Brachystegia, Iso-berlinamiombos, palmier-rônier, Uapaca ,Faid herbia albida, Adansonia digitata , Euphorbia abyssinica, Karité, parkii,Mauritia, combretum,Butyrospermum,Mono-tes, prosopis, Albizzia, Acacia ومعظم هذه العناصر تنتمي الى عائلة الخبازيات (Mal-vacées) والافوربيونات (Enphorbiacées) والسنڤيات (Légumineuses) .

اذا كان التواتر الفصلي وتدخل الانسان يساهم في تكوين وتطور اشكال السڤانا فإن العنصر الـترابي ـ وله علاقة وطيدة مع المناخ والقاعدة الجيولوجية والطوبوغرافية ـ يلعب الدور الاساسي في تموضع السڤانا وتطور مجالاتها .

وانطلاقا من هذه المعطيات جاءت تربات السڤانا متنوعة يمكن جمعها في فئتين اساسيتين :

ـ في المناطق الاقل رطوبة ذات فصل جاف طويل تسود التربات المنحددة (Sols ferrugi-neux) (راجع الرسم 24)، وغالبا ما تسبب التعرية السطحية في تكوين الذرع المنحدد الذي يعوق نمو الاشجار .

ـ وفي الجهات الاكثر رطوبة وحرارة (غالبا في مناطق الانتقال بين السفانا والغابة الاستوائية) تتكـون الـتربة المتحددة (Sol ferrallitique) (راجع الرسم 27)، والتي تختلف عن تربة الغابة الاستوائية بوجود درع علبي صلب يعوق استقرار ونمو الاشجار وغالبا ما تسود فوقه الحشائش المختلفة (راجع الرسم 28) .

ـ عندما لا تتوفر ظروف صرف المياه خلال الفترة المطيرة بسبب انبساط او تقعر طوبوغرافي تتراكم المواد المنقولة عبر المنحدرات سوداء اللون بسبب اندماج الكلس الذبال ـ رغم قلته ـ مع الصلصال (الدكن الهندي، شمال شرق اوغاندا) . والملاحظ هو ان هذه التربة ـ وهي قليلة الانتشار ـ غالبا ماتستغل في الفلاحة خصوصا اذا توفرت الامطار وتقلصت فترة الجفاف والحرارة المرتفعة .

نشير في الاخير الى ان تقلص او غياب الظروف المساعدة على نشأة وتطور مجال السڤانا يؤدي الى تدهورها واختفائها واستبدالها بتشكيلات اكثر انفتاحا تختلف في نوعها وشكلها حسب الجهات والبيئات المستوطنة لها .

3.2 التشكيلات المفتوحة (الخريطة 15):

ميزة هذه التشكيلات انها توجد في جميع القارات (في البيئة الباردة والبيئة الحارة) ؛ ميزتها الثانية انها تتشكل من تكوينات توجد في السڤانا الا انها ذات نزعة نحو الصغر والتشوك .

الميزة الثالثة تتلخص في طابعها ومنظرها المفتوح بسبب تداخل عدة معطيات على رأسها قلة الامطار، طول فترة الجفاف والحرارة، وضعف التربة الناشئة.
وتتمثل التشكيلات المفتوحة من عدة اشكال منها :

1 . 2 . 3 الاحراج الشوكية :

من اهم مميزاتها ان مجالها متقطع وغالبا ما يعوض من جهة الشمال والجنوب (مثلا في افريقيا وامريكا الجنوبية) الغابة الجافة او السفانا.

وبسبب تداخل عدة اصناف من النباتات العشبية والشجرية والجنيبية اختلف الدارسون حول تسمية هذا النوع من التشكيلات المفتوحة : حيث نجد اسم : السهوب الشوكية (steppe à épineux) ، السهوب المسلحة (steppe armée) ، السفانا المسلحة (savane armée) ، شبه سهوب (pseudo-steppe) ، التشكيلة الاجمية السهوبية (Formation sylvosteppique) ، سهوب عشبية (steppe herbeuse) ، سهوب جنيبية (steppe buissonnante) . . .

ومن اهم مميزات التشكيلة الشوكية هو احتواؤها في نفس الوقت ـ وحسب فترات السنة ـ على الاعشاب التي تجف مع نهاية الفصل الجاف، وعلى الاشجار والجنيبات الشوكية التي تفقد اوراقها خلال نفس الفترة، وهناك من الاشجار ما تتعود على عدم التوريق على طول السنة (Aphyllie) .

ان احتواء العناصر الشجرية والجنيبية على الاشواك والاوراق الابرية تؤشر عن سلوك تكيفي مع قلة الامطار (100 ـ 250 ملم) وطول فترة الحرارة والجفاف (من 6 الى 8 اشهر) (70).

يتميز مظهر التشكيلة الشوكية في الغالب بالتباعد او التقارب بدرجة يصعب اختراقها ولهذا علاقة بكميات الامطار المتساقطة ونوعية التربة والطوبوغرافية ومستوى تدخل الانسان. يتوزع مجال التكوينات الشوكية على عدة مناطق أهمها إقليم كتانغا، إقليم شاكو، منخفض مندوزا بامريكا الجنوبية، كما تنتشر على الساحل الكرايبي لفنزويلا، وعلى الساحل الهادي للمكسيك وكواتمالا بامريكا الوسطى وعلى الشريط المحاذي لجنوب الصحراء الافريقية (الصومال، كينيا، مدغشقر، كلهاري، اترانسفال، وكذا بشمال وشمال شرق شبه القارة الهندية وجنوب استراليا.

ومن أهم مكونات الاحراج الشوكية :

ـ السنطيات والصمغيات. (gommiers, mimosées) مثل : Acacia Aneura, Acacia senegal , Acacia raddiana, Acacia totilis, Acacia seyal .

ـ الصباريات (cactées) مثل :، Aloes, opuncia Ficoïdes carnegiea gigantea, Agaves cereus , mammillaria,Yuccas, cereus nquamosus, jamacaru , (xique xique) cereus gounelli .

ـ القنثيات (Acanthacées) مثل : (Acanthée)

ـ الصقلابيات الصبارية الشكل (Asclepiadacées cactiformes)

ـ العلفيات (Broméliacées) مثل Bromelia lasinosia

(70) في بعض المناطق (شمال شرق البرازيل) قد يصل معدل التساقطات الى أكثر من 1 000 ملم، الا ان طول فترة الجفاف وارتفاع الحرارة وحدة التبخر يقلل من اهمية هذه التساقطات مما يساعد على ظهور العناصر الشوكية.

ـ الحشفيات (Balanites) مثل: الحشفية المصرية (Balanite aegyptiaca)

ـ الدبقيات والحميريات (combrétacées) مثل: الشجرة القنينة ـcomb = Baobab) retum adansonia).

ـ النجيليات: (Graminées) مثل cram - cram ، Eragrostis , Aristila, panicum

ـ الافوربيونات (Euphorbiacées)

من خلال هذا العرض يتضح أن اختلاف الدارسين حول تسمية التشكيلات المفتوحة التي تتقاطع في غالب الاحيان حول عناصر توجد في هذه التشكيلة أو تلك ؛ كما أن تدخل الانسان أو التغيرات المناخية تجعل مجالاتها أكثر انفتاحا ودائمة التحول الشيء الذي يبعد النظرية القائلة بأن التشكيلات المفتوحة هي من النوع الذروي (climax) ترى هل يصح ذلك بالنسبة للبيئة القاحلة والشبه قاحلة ؟

3 . 2 . 2 البيئة القاحلة والشبه قاحلة

تعبر البيئة القاحلة عموما عن استمرارية في الجفاف الطبيعي والفزيولوجي والذي تعبر عنه نوعية الغلاف النباتي وشكله وكثافته وخصوصا سلوكه التكيفي (راجع الباب الاول بالنسبة لاستدلاليات الجفافية). ويتميز الجفاف الطبيعي بقلة الامطار (أقل من 200 ملم سنويا) وبارتفاع الحرارة خصوصا خلال النهار وما يصاحب ذلك من حدة في التبخر والنتح النباتي ؛ أو انخفاضها ومايصاحبه من تقلص في الدورة الانباتية. هذا بالاضافة الى مدة التشميس وحدتها.

هناك نوعان من البيئة القاحلة : بيئة الصحاري الحارة والمعتدلة وبيئة الصحاري الباردة.

ـ أ ـ البيئة الباردة :

من أهم المجالات المكونة للبيئة الباردة مناخيا والقاحلة أو الشبه قاحلة نجد التوندرا. كلمة توندرا تعني بصفة عامة الاراضي الخالية من الاشجار (على الاقل الكبيرة والمتوسطة) تتخللها تكوينات عشبية وجنبية قزمية غالبا ماتغطيها الثلوج وتتجمد لمدة معينة من السنة.

وباللغة اللابية يقصد بها السهول القطبية المستوية أو المتموجة الخالية من الاشجار ؛ وتعني باللغة الفنلندية : الارض الجرداء جبلية كانت أم هضبية. ولفظة -Tun turi الفلندية والتي تعني الاراضي المنخفضة الجرداء في شمال فنلندا هي الاقرب الى لفظة توندرا (Toundra) .

ورغم اختلاف مظاهر التوندرا حسب المناخ والتربة والطوبوغرافية والتوجيه فإنه يمكن تحديد مجالها داخل منطقة عشبية تمتد مختلطة بالاشجار القزمية والجنبات من الجنوب نحو الصحراء الجليدية في الشمال.

تدخل التوندرا ضمن التكوينات المفتوحة ذات المجالات المتقطعة (Aires - discontinues) وان كانت تشكيلة التوندرا تكون حزاما حولأرضيا (circumterrestre) في النصف الشمالي من الكرة الارضية، فانها تشكل مجالات متقطعة في جنوب القارة الامريكية والانتاركتيكا (الخريطة 15).

يذهب «بييرجورج» الى ان منطقة التوندرا منطقة ميتة لمدة 3/4 السنة ويعود ذلك للظروف المناخية القاسية التي تسود فيها : فالصيف قصير جدا وأشعة الشمس «باردة»

كما يقال : فمتوسط حرارة الشهر الاكثر دفئا لايتعدى 10 درجات.
فمثلا عند خط عرض 75 شمالا وبسبب قسوة البرودة يبدأ سطح الارض المتجمد (Per-mafrost) في الذوبان مع مطلع شهر ماي وبعد 25 يوما لايذوب من الصقيع الا 10 سنتمترات في العمق فتتكون إثر ذلك بيئة وَحَلية صعبة الاجتياز (Merzlota).

ولهذه الاسباب وأخرى تكون الدورة الانباتية قصيرة ولكنها سريعة لان موجات الصقيع اللاحقة تبدأ مع شهر غشت ، ولهذا لايترك للنباتات الا مدة قصيرة (2 إلى 3 أشهر) لانجاح دورتها الانباتية. والذي يزيد من قهر النباتات هي الرياح الباردة والقوية التي تنشط عملية النتح وتدفع بالنباتات لاغلاق مسامها ومعها النشاط التمثيلي ينتج عنه حتما تقلص في نشاط الدورة الانباتية.

وبسبب تداخل هذه العوامل وتدرج نوعيتها وكثافتها من الجنوب نحو الشمال جاءت مجالات التوندرا متدرجة على الشكل التالي :
- المجال الاركتيكي الجنوبي : تتداخل حدوده الجنوبية مع حدود غابة الطايكا، وغالبا مايتشكل من غابات روَاقية (forêt-galerie) ممتدة من الجنوب نحو الشمال داخل حشائش التوندرا؛ ومن جهة أخرى تظهر التوندرا المشجرة على شكل مجالات وأشرطة رواقية تمتد داخل غابة الطايكا من الشمال نحو الجنوب وغالبا ما تحتل هذه التشكيلة الجهاتَ الموجهة نحو الرياح الباردة والمرتفعات الجبلية الباردة.
- المجال الاركتيكي الاوسط : وهو أكثر قساوة من المجال الجنوبي : فترة صقيع طويلة، رياح قوية، مستوى التصريف ضعيف، انخفاض شديد في درجات الحرارة. هنا تختفي الاشجار القزمية وتسود الاعشاب الألفجَليدية ذات الدورة الانباتية السريعة والقصيرة.
- المجال الاركتيكي الاعلى : هنا يندثر الغطاء النباتي ولايستوطن الا المنخفضات المحمية وبين الصخور. يتميز المنظر العام بامتداد الغطاء الثلجي والجلدي على مساحاتَ شاسعة فيحق عليها القول بانها فعلا بيئة قاحلة من الصنف البارد.
من أهم مكونات التوندرا نجد :

* النجيليات : Graminées مثل : Festuca Deschampsia, Arctogrostis Latifolia Hierochloe alpina, fluxuosa, Luzula confusa, agrostis antarctica.

* الخلنجيات : Dryas octopetala, vitis idaea, Ledum palustre, cassiope tetra-gona, Acaena, Azorella selago....

* الشجريات، الجنبيات : Vaccium, empetrum, Poiseleuria, Alnus crispa, betula negra, Betula nana, betula glandusa, épicea, Sorbier, epinettes, mélèzes, salix nana, salix polaria, salix arctica, camarina,....

* الخثيات : Lickens, mousses, sphaignes, coloplaca, brachythecium antarc-ticum, Eriophorum vaginatum (cypéracées), Andromeda poliflora, Rubus, usnea, chamoemorus, polytrichum, Dicranum...

* مختلفات : saxifrage, pavot, myrtille, carex aqualitis, carex rupestris (laîches), renouée vivipare, ronce, polygonum viviparum rosacées lricacées ligneuses .... fougère polaire, genuperus ... papyrus, souci, primevère, airelle.

- ب - البيئة الصحراوية الحارة والمعتدلة :

إن المناطق الصحراوية (القاحلة والشبه قاحلة) تمتد على مساحات شاسعة من

سطح الارض. معظم البيئات الصحراوية توجد في النصف الشمالي من الكرة الارضية :

- الصحراء الافريقية الكبرى
- غرب ووسط آسيا
- غرب وجنوب غرب الولايات المتحدة

وفي النصف الجنوبي من الكرة الارضية تتميز المجالات الصحراوية بالتقطع :

- وسط استراليا
- على الشريط الساحلي من شمال المكسيك الى جنوب الارجنتين (بصفة متقطعة)
- جنوب غرب افريقيا.

أسباب وجود هذه الصحاري متعددة، وان كانت تختلف من منطقة لأخرى. والسبب الرئيسي يعود لقلة التساقطات (بين 100 و200 مللم سنويا)(71) وكثرة التبخر الناتج عن الحرارة المرتفعة على طول السنة وخصوصا خلال النهار وعند هبوب الرياح الجافة و التي تسبب في تقلص الرطوبة النسبية (قد ينزل المعدل الى أقل من 10 %).

والحدود الفاصلة بين البيئة الصحراوية والبيئات البيومناخية المجاورة تبدو صعبة التحديد نظرا لتداخل العناصر المسببة في تكوينها وخصوصا في عدم استقرارها وتطورها المستمر في الزمان والمكان. ورغم ذلك فطبيعة النباتات وكثافتها وسلوكها الفزيومرفولوجي يعتبر العنصر الأساسي للفصل بين التكوينات النباتية المجاورة للصحراء وداخل البيئة القاحلة نفسها حيث نجد أن كل بيئة صحراوية تتميز عن الاخرى بعدة خصائص مميزة.

وهكذا نجد البيئة الصحراوية الباردة (انظر سالفاً مجال التوندرا ولاحقا البيئة الجبلية) والبيئة الصحراوية الحارة حيث تلعب الحرارة وندرة الماء الدور الاساسي في تفسير التباين الملاحظ بين التشكيلات النباتية بالاضافة الى حدة ومدة الاشعاع الشمسي خلال النهار (رغم مايعقبها من اشعاع ارضي خلال الليل على شكل موجات دون الحمراء).

ومن أهم الصحاري الحارة تأتي الصحراء الافريقية الكبرى في المقدمة من حيث مساحتها الشاسعة (بما فيها الجهات الرملية Erg والجهات الصخرية، Reg-Hamada) كما تتميز بارتفاع درجات الحرارة خلال النهار (50 درجة في الظل)، وبطول مدة التشميس (بين 3000 و 4000 ساعة). وبقلة او انعدام الحياة النباتية (باستثناء بعض المنخفضات القريبة من الفرشة المائية . . .) وعلى الهوامش تنتعش الحياة :

- من جهة الشمال والتي تكون منطقة انتقال مع السهوب المتوسطة (150 ـ 350 مللم).
- من جهة الجنوب حيث تكون منطقة انتقال مع حشائش السفانا (150 ـ 350 ملم)
- من جهة البحر (شرقا وغربا) تتسبب الرطوبة في تلطيف حرارة الجو خلال

(71) في بعض الحالات تُسَجَّلُ بالصحاري أرقام قياسية : مثلا بعين صالح بموريطانيا لم ينزل خلال أربع سنوات سوى 2 , 1 ملم. وبنفس البلد (Port Etienne) خلال سنة 1912 سقط من الامطار 2 ملم. وفي السنة الموالية تعدى الرقم 300 ملم في يوم واحد !

الصيف مما يؤدي إلى ظهور نباتات أكثر كثافة من الداخل من النوع الالفرملي (psam-mophiles) والالفملحي(Halophiles) .

وبالنسبة للصحاري الباردة (باستثناء الخطوط العليا) وهي من النوع القاري الواقعة ضمن خطوط العرض المتوسطة، يتميز الصيف بسقوط الامطار وبارتفاع الحرارة خصوصا خلال النهار، لكن الشتاء يكون باردا وتقل التساقطات مما يسبب في تقلص الحياة النباتية.

ومن أهم الصحاري الحارة والباردة والتي تمتزج معها المرتفعات الجبلية نجد :
- بافريقيا : صحراء تنزروفت، الصحراء الليبية والصحراء الموريطانية والمغربية ؛ وفي جنوب غرب القارة نجد صحراء نامبيا وكارو وصحراء كلاهاري.
- في القارة الآسيوية نجد صحراء الطهار، تاكلا ماكان (بحوض التاريم)، تسايدام وكوبي، الربع الخالي بالجزيرة العربية، صحراء داتشي لوت وداتشي كافير بايران، قيسيل كوم وقرة قوم بتركستان والاردوس شمال شرق الصين.
- بالقارة الامريكية تتميز المجالات الصحراوية بتقطعها وصغر مساحاتها مثل صحراء جنوب غرب الولايات المتحدة على الحدود مع المكسيك والتي تتميز عن غيرها باحتضانها لنباتات عصارية إلفحرارية متميزة (الصبار العضوي، الباهرة والتي تختلط مع التكوينات الشوكية المدارية) ؛ وفي جنوب القارة توجد صحراء أتاكاما بين دولتيْ البيرو والشيلي . . .
- باستراليا تتميز الصحراء باحتوائها لأكثر من نصف مساحة البلاد؛ كما انها تتميز عن باقي الصحاري بتواجد حياة نباتية في معظم الجهات وغالبا ماتختلط في الهوامش مع البيئات البيوموناخية المدارية والشبه مدارية، ويصعب تمييزها عن السفانا وتشكيلة السهوب. ومن أهم مايميز البيئة الصحراوية الاسترالية هو انعدام أو شبه انعدام الانواع العصارية الامريكية الاصل وسيطرة الانواع ذات اللحاء الليفي السميك والاوراق الصغيرة الحجم.

تتميز التشكيلات النباتية في البيئة الجافة على العموم بهزالتها المتمثلة في قلة الاجناس والاصناف المرتفعة عنها : مثلا في الصحراء الافريقية الكبرى لاتشتمل الا على 1200 صنفا ؛ ومعدل الاصناف النباتية الصحراوية لايتعدى 150 صنفا في 10.000 كلم 2 مقابل 3000 - 4000 في المناطق المدارية الرطبة، و 2800 في منطقة الالب البحرية.
الا أن أهم مايميز بنيتها الجنسية هو ارتفاع عدد الاجناس لأنه في غالب الاحيان مايتفرع عن جنس واحد سوى فرعٌ واحد.

وأهم ما يميز تطور الحياة النباتية في الصحراء الافريقية على سبيل المثال هو بقايا نباتات من النوع الخليف (Vicariant) والشاهد الموروث (Relicte) عن الفترة الحارة المطيرة التي شهدتها المنطقة خلال تحولات الزمن الثالث والرابع (Alternance phases pluvia-les et phases sèches) والدليل هو وجود انواع نباتية مدارية في البيئة الصحراوية أو في منطقة السهوب المتوسطية مثلا نبتة (Acacia radiana) بوادي درعة المغربي وكذا في منطقة جبسّة بجنوب تونس وفي شبه جزيرة سيناء المصرية.

واذا راجعنا الرسم رقم 31 نلاحظ أن مايميز البنية النباتية الصحراوية هو عدم وجود الانواع المسيطرة حيث يتكون الطيف البيولوجي بـ 45٪ من القزميات، 27٪ للبذريات، 8٪ لنصف الطمير، ولاتساهم الباديات إلا بنسبة 10٪.

وهـذه النسب بالـطبع تختلف من بنية صحراوية لاخرى كما تتغير من فصل مناخي لآخر، وقد تسجل اختلافات محلية إذا تدخلت التضاريس في خلق مُنَيخات متميزة.

وقبـل التطرق للبنية الترابية المميزة للبنية الصحراوية نستعرض أهم الاصناف النباتية المشكلة لهذه البيئة : من بين الاصناف الشجرية والجنيبية والحشائشية نجد : الوزال، الفستق، النخيل، الزيتون، السماق، السنط، الدوم، البردي، العناب، الطرفاء، حشيشة الارز، الخشب الزيتي، مقياس الظل، الكافور، الشيح، حشيشة كبـد البحـر، السمار البحري، الحلفاء، الاناباسيس، حشيشة البانيكوم، القطيفة الزهرية، الساكساوول، مريمة الجمل. ومن بين النباتات العصارية الالفحرارية نجد البـاهرة، الكمثري الشوكية (Agave) ، الايونسياء، الصبار الشمعي، الكريسوت، السـيروس، الكارو الشوكية، الميكسيت، الشيهم الشوكية، فاكونيا، الكوكوبروم، صبار الصاغوارو (صبار عُضوي)، الكولاس الخ . . .

ومن بين النباتات الالفملحية التي تعيش في المنخفضات أو بالقرب من البحر حيث تتركز الاملاح بعد تبخر المياه نجد :

Salsola, Tamarix, Atriplex, Saxaoul, salicornia, Holocnemum, yucca salicornia, Armeria maritima, Triglochin maritima, Suaeda maritima, Cakile, Festuca rudra, Tilla, Arenaria peploïdes

ومن بين النبـاتـات الالفـرملية (Psammophiles) سواء في الداخل أو على السواحل الصحراوية نجد :

Oyat, Saxaoul, Caragana, Ephedra (gymnosperme), Zigophyllum, Nitraria, Randonia, Artimisia, Tamarix, Cormilaca, Rtem, Drinn (Aristida), Carex (Osoka), Miatlik,...

من خلال عرض الـظروف المناخية والتركيبة النباتية للبيئة الصحراوية تبين أن التربة منعدمة تماما في المناطق الجد قاحلة سواء رملية كانت أم صخرية. وعلى هوامش الصحـراء الكبرى وفي الصحاري الاخرى اللاأقل قحولة تظهر معالم التربة الناشئة حيث يغلب عامـل التفكـك على العامل البيوكيماوي بسبب قلة الرطوبة وخصوصا الفرشة العضوية والناتجة عن ضعف أو غياب الغطاء النباتي نفسه.

وبسبب تعـدد المعـطيات الطبيعية (مناخ جيولوجية، طوبوغرافية، مياه،نبات. . .) وتداخلها بنسب تختلف من منطقة لأخرى جاءت الأصناف الترابية الصحراوية على الشكل التالي :

- في البيئـة الـرملية (العـروق) تنعدم التربة ومعها النباتات باستثناء النوع الالفرملي الذي يتكيف مع تحرك الرمال وخصوصا مع عمقها خلال تراكمها.
- في البيئة الصخرية (الرق والحمادات) تظهر الصخور والمفتتات الصخرية عارية بدون تربة ولانبات باستثناء الاشرطة المرافقة للوديان والمنخفضات . .
- في البيئـة الصلصـالية - الغـرينية يوجد نوع من التربة تغلب عليه البنية الصلصالية الغرينية الشيء الذي يجعلها غير نافذة وبالتالي تسبب في تراكم المياه لمدة تتلوها تشققات بعد تبخرها، وهذا النوع من التربة يصلح للنباتات الأآفوفية السريعة الزوال.
- في البيئة المالحة نلاحظ ان أهم عنصر يساهم في تكوين الاملاح هو الجفاف وارتفاع الحرارة وعدم التكافؤ بين حركة النزول وحركة الصعود وهذه الاخيرة

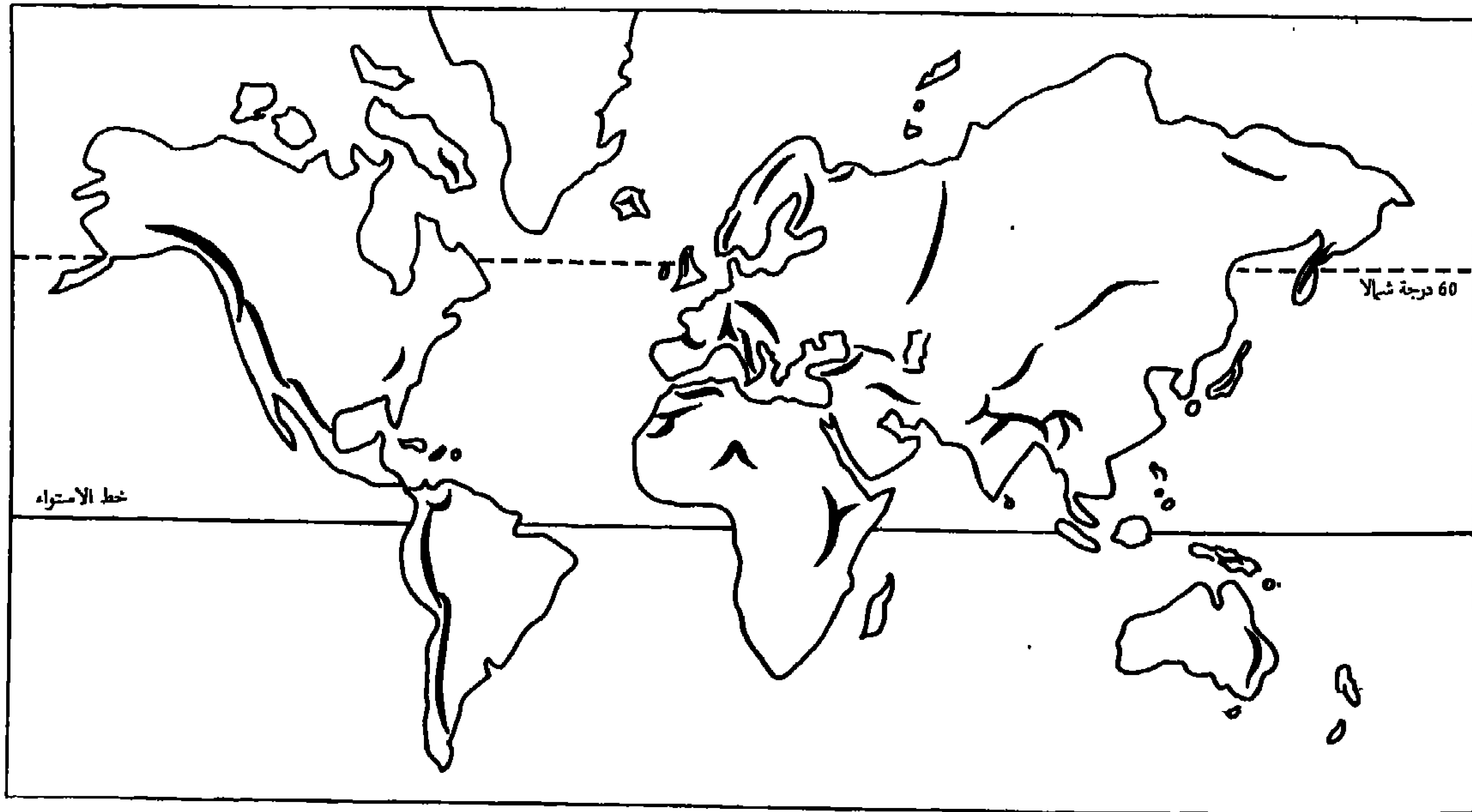
هي الغالبة حيث ينتج عنها تركز للأملاح فوق السطح او بالقرب منه.
وقد تتجمع في المنخفضات (72) أملاح الجريان تضاف اليها الاملاح الصاعدة مثل كلورورات الصوديوم، السولفاتات والكربوناتات والكل يكون حاجزا امام تكوين تربة صالحة وبالتالي يشح الغطاء النباتي باستثناء الأصناف الالفملحية السالفة الذكر والتي تعيش فوق التربة المالحة من نوع Solonetz و Solontchak حسب التسمية الروسية.

خلال عرضنا لمميزات البيئة البيوصحراوية (الحارة والباردة) استثنينا التطرق للبيئة الجبلية التي تتقاطع معها في عدة مستويات منها تدهور الغلاف النباتي في المرتفعات القارية او المحاذية للتيارات الباردة، والتقاطع الثاني يكمن في كون الجبال ـ وما تتميز به من بنية نباتية متميزة ـ توجد في كل العروض والقارات الشيء الذي يجعلها تتميز عن البيئات المجاورة لها رغم خضوعها للظروف المناخية السائدة فيها.

3.3 البيئة الجبلية :

سبق وان تطرقنا في الفصل الاول من الباب الاول لتدخل عنصر التضاريس من زاوية الارتفاع والانقلاب الحراري والتوجيه وتأثيرها في ميلاد وتطور التشكيلات النباتية الجبلية.
الا ان اختلاف درجة تدخل هذه العناصر حسب موقعها الجغرافي ـ المناخي سبب تنوعا واختلافا في البيئات الجبلية التي تشكل زاوية هامة ضمن التشكيلات النباتية لسطح الارض.

خريطة 16 موقع أهم البيئات النباتية الجبلية



ان الاطار البيئي الجبلي عامة ـ وبغض النظر عن التباين بين خطوط العرض والقرب او البعد عن البحر ـ ينفرد بالخصائص التالية :
ـ انخفاض درجات الحرارة كلما زاد الارتفاع،

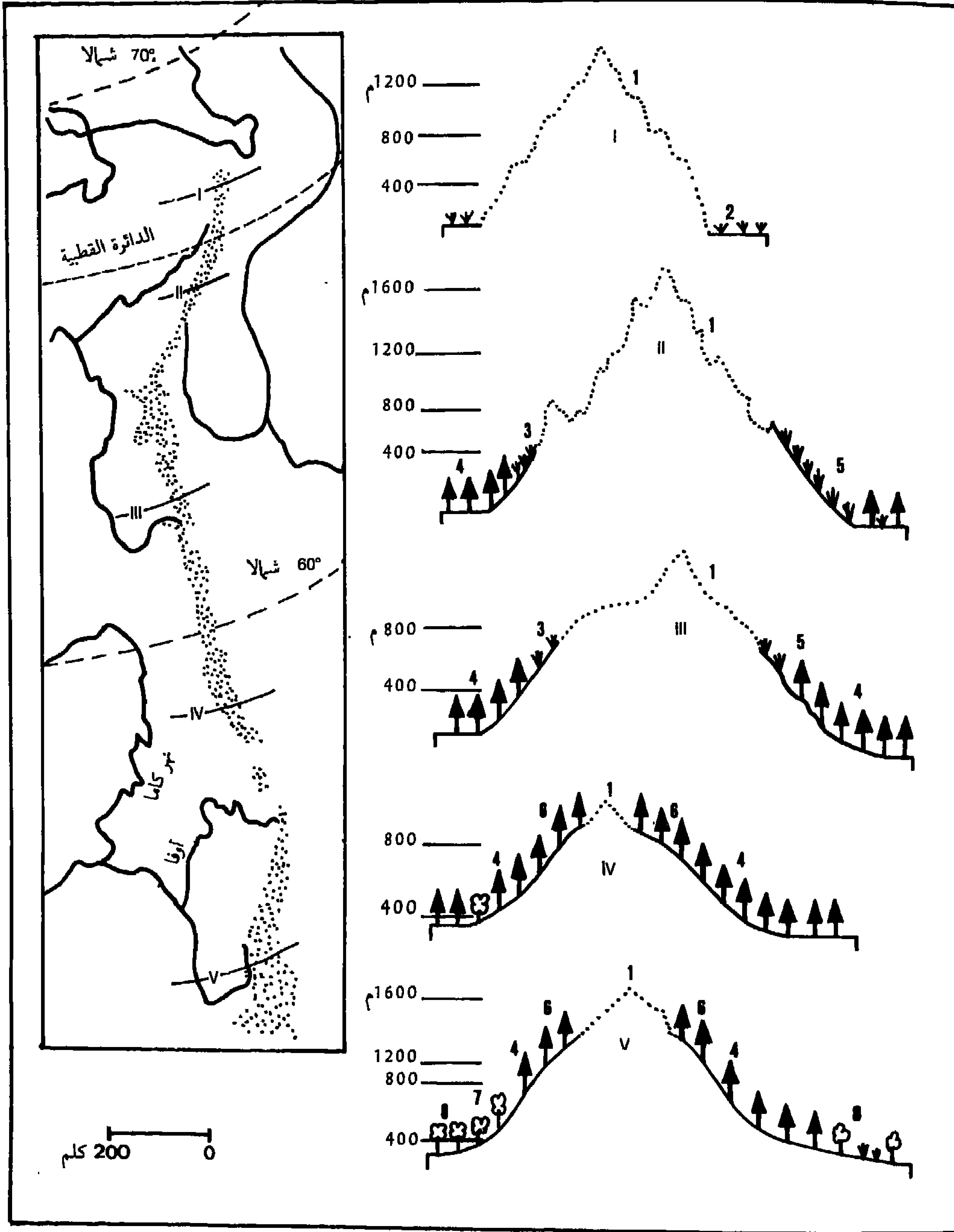
(72) يطلق عليها اسم Sebkhas أو chotts بافريقيا و Playas بأمريكا الشمالية و Takyrs بآسيا الوسطى.

- الارتفاع في كثافة التساقطات المطرية والثلجية،
- انخفاض الضغط الجوي مع الزيادة في الارتفاع،
- ارتفاع نسبة الاشعاع فوق البنفسجي ،
- تقلص كمية الاوكسيجين مع الارتفاع ،
- وفرة ضوء الشمس خلال فصل الشتاء وبرودة الليل خلال فصل الصيف،
- ضعف المدى الحراري اليومي والسنوي بالمقارنة مع السهول المجاورة (خصوصا في المناطق الاستوائية)،
- الانقلاب الحراري، ولهذا علاقة مع الدورة الهوائية والطوبوغرافية الخاصة بالبيئة الجبلية،
- الزيادة في كثافة الرطوبة النسبية،
- ضعف التربة او انعدامها ،
- مداومة التعرية خصوصا منها التعرية المائية والجليدية - الصقيعية،
- انعزال الجبال سبب في خصوصية الاستيطانية (Endémisme).

في المناطق الجبلية ليست المنحدرات والمعطيات المناخية هي التي تتغير ولكن التغير يشمل ايضا وبالاساس الغطاء النباتي من ناحية الشكل والتركيبه الجنسية والنوعية والكثافة والسلوك التكيفي ؛ وكل هذه المعطيات تصاحب وتميز الغلاف النباتي خلال تدرجه عبر سفوح الجبال.

ان التدرج النباتي الجبلي لا ينطبق كيفما كانت الاحوال مع التدرج النطاقي الخطعرضي حيث ان كل منطقة جبلية تنفرد الى حد ما بخصوصيات محلية وجهوية يفرضها عليها موقعها ضمن المجموعات المناخية الكبرى ؛ وهذا ما يبرر الانفراد بدراسة الغطاء النباتي الجبلي حسب المناطق حيث تتأكد الاختلافات من زاوية التجمعات النباتية.

الرسم 49 التدرج النباتي بجبال الاورال الروسية



I II III VI V موقع المقاطع عبر جبال الاورال

1 توندرا المرتفعات والربوع والمنحدرات الجرداء والثلوج

2 توندرا جنيبية (بتولة وصفصاف قزمي)

3 أدغال من البتولة، التنوب والراتنجية

4 غابة الصنوبريات (راتنجية، تنوب، صنوبريات)

5 سيادة الارزيات

6 غابة التنوب والبراري

7 زيزفون المرتفعات والسنديان (نفضيات)

8 سهوب مشجرة (تسمية روسية)

في جل الدراسات البيومناخية وردت خطأ الاشارة الى التناطق الرأسي (zonation verticale) للنباتات الجبلية على غرار التناطق الخطعرضي : لأن هذا التناطق او التدرج مؤكد الوجود الا أنه يخضع لظروف طوبوغرافية، تعريفية، ترابية ومناخية تختلف باختلاف التدرجات المناخية الخطعرضية ؛ وبالتالي فالبيئة الجبلية تكتسي طابعا خاصا حيث نجد ان تدرج النباتات مثلا في جبلين لهما نفس الارتفاع ونفس الضخامة والانحدار لكنهما يقعان في خطوط عرض مختلفة سيلاحظ تدرج نباتي مختلف من جبل لآخر . . .

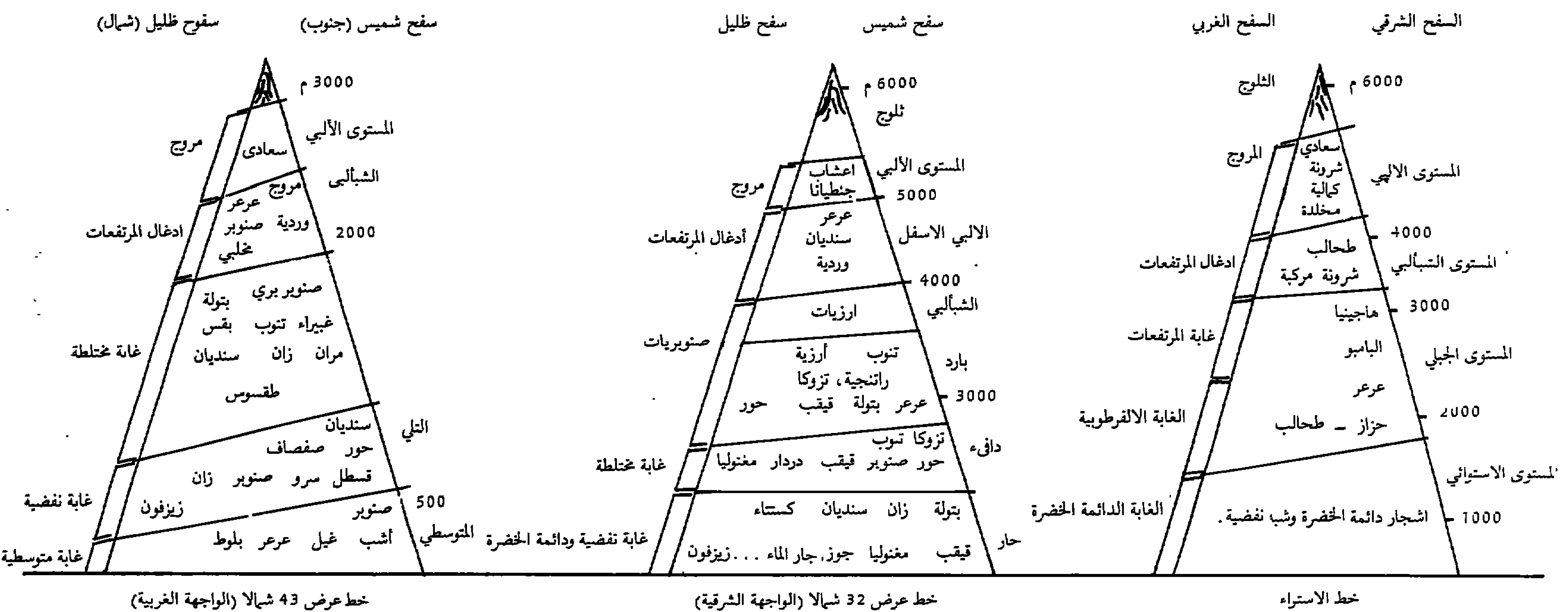
وقبل التطرق لمختلف أوجه التشابه والاختلاف بين البيئات البيومناخية الجبلية تجدر الاشارة الى المستويات النباتية النظرية التي تتسم بها على العموم الوضعية النباتية الجبلية :

ـ أ ـ المستوى الأسفل او المستوى التلي (Etage collinéen) (73) والذي غالبا ما يُكَوِّن امتداد لبيئة السهول أو الهضاب المجاورة. وهذا المستوى يختلف في ارتفاعه وتوجيهه وتشكيلته النباتية باختلاف الموقع المناخي وبدرجة تدخل الانسان،

(73) هذا المصطلح والمستعمل عادة من طرف النباتيين يحمل دلالة ارتفاعية وليست مرفولوجية.

الرسم 50

اختلاف التدرج النباتي الجبلي حسب خطوط العرض والتوجيه



ـ ب ـ المستوى الجبلي الاسفل : (Etage mont.inférieur) يصل معدل الارتفاع الى 1400 م : من أهم مميزاته كثافة الغلاف النباتي (حسب الاتجاه ودرجة الانحدار. . .)، ضعف تدخل الانسان بالرعي والاقتلاع . . . (74)
في المجال المتوسطي يطلق على هذا المستوى اسم المستوى الشبه متوسطي (Etage submediterranéen) الذي تكثر فيه الاصناف النفضية كالسنديان بمختلف فروعه، ويسمى أيضا بالمستوى الجبلي الاعلى الذي يتصل مباشرة بالمستوى الشبألبي.

ـ ج ـ المستوى الشبألبي : (Etage subalpin) غالبا ما تسيطر فيه الاصناف الحسْحرارية المقاومة للبرودة كالصنوبريات والتي تصعد حتى مستوى 2400 م والراتنجيات (Pes-sières) والارزيات تختلط معها بعض النفضيات في المستويات العليا.

ـ د ـ المستوى الالبي : (Etage Alpin) يتميز على العموم بقلة الاشجار الباديات وسيادة العناصر الصغرى والقزمية والمروج، قد يبدأ ذلك في المتوسط مع مستوى 2600 م وهو مستوى يصل الى المساحات الصخرية والكتل الثلجية والجبلية الخالدة . . .
وسنقتصر على بعض الامثلة المجسّمة أولا للتدرج النباتي الجبلي، وثانيا لأوجه التطابق بين المناطق المناخية المختلفة المحتضنة لمختلف البيئات النباتية الجبلية.

1 . 3 . 3 بيئة جبال المناطق المعتدلة (مثال من أوربا الغربية)

ان جبال المناطق المعتدلة خصوصا في أوربا الغربية تنفرد بتشكيلة نباتية متميزة : ان الجبال المعتدلة كثيرة ومتنوعة تتميز باصالة الغطاء النباتي المرتبط خصوصا بخطوط العرض والارتفاع والتوجه والبعد أو القرب عن البحر . . . .
ان الغطاء النباتي الجبلي باوربا المعتدلة ينتمي بخصائصه المتميزة لفترة التقلبات المناخية القديمة (راجع 5 . 2 . 1 من الفصل الثاني من الباب الرابع) وما صاحبها من تراجع واتلاف أو إعادة تعمير نباتي خلال فترات الانتعاش (Interglaciaires) الشيء الذي أدى الى تقطع المجالات النباتية عامة وتقوقع البيئات الجبلية مع ظهور مجالات استيطانية خاصة في الجبال العليا، هذا بالاضافة الى تركز اجناس واصناف نباتية في جهات دون اخرى(75) ونتيجة هذه التحولات القديمة والتطورات اللاحقة جاء التدرج النباتي في الجبال المعتدلة على الشكل التالي :
ـ أ ـ المستوى الجبلي (Et. montagnard) : هذا المستوى ينفصل عن مستوى السهول بواسطة المستوى التلي (ET. collinéen) الذي يصل الى ارتفاع 600 م حسب المناطق المناخية ومستوى تدخل الانسان. والمستوى الجبلي يُقسّم من طرف البيومناخيين الى قسمين أساسيين :
ـ المستوى الجبلي الاسفل : يبدأ مجاله مباشرة بعد المستوى التلي (بين 500 و 700 م) وقد يصل الى 1400 م ويطابق مناخه البيئة الباردة شتاءً والعاصفية صيفاً. من أهم مكوناته النباتية نجد النفضيات وعلى رأسها شجرة الزان والتي تختلف في شكلها وسلوكها التكيفي باختلاف المناخ المحلي والقاعدة الترابيّة وخصوصا التوجيه ومستوى الانحدار

(74) مثال من المستوى الجبلي الاسفل غابة الزان باوربا الغربية.

(75) مثلا في بعض جبال فرنسا (الألب والجورا) تكاثفت شجرة الراتنجية المخروطية (Epicéa conifère) بعد نزوحها مُجْبَرَةً من الشرق نحو الغرب. بينما لم تظهر في الكتلة الوسطى الفرنسية وجبال البرانس الا بواسطة التشجير . . .

ودرجة تدخل الانسان : وهكذا نجد الزان الجفيف الالفكلسي الى جانب القيقب والصنوبر البري، وغالبا ما يستوطن السفوح الموجهة نحو الجنوب.
اما الزان الاكثر بحثا عن الرطوبة فيستوطن الجهات الاقل جفاف والتربة الأكثر حفاظا للرطوبة، وغالبا ما تتوفر هذه الظروف في الجهات الموجهة نحو الشمال.
- المستوى الجبلي الاعلى : يتراوح متوسط ارتفاعه بين 1400 و 1700م. من أهم مميزات هذا المستوى في الجبال الاوربية ذات الارتفاع المتوسط هي سيطرة المخروطيات المتحملة للرطوبة والبرودة والثلج وشدة الرياح وعلى رأسها التنوب الذي يتطلب الرطوبة والظل.
ومن مميزات بيئة هذا المستوى الجبلي هو تعايش التنوب مع الزان او منافسته من طرف الراتنجية، وغالبا ما يحدث ذلك بواسطة عملية التشجير من أجل التصنيع.
وعلى الواجهة الاقل رطوبة من المستوى الجبلي الاعلى وفي نفس المستوى من الارتفاع يترك التنوب مكانه للاجناس الاكثر تحملا للجفاف ومنها الصنوبر البري والصنوبر الاسود والنمساوي.
ومن أهم ما يميز التشكيلة التي يسيطر فيها التنوب هو ضعف كثافة التّفرة والتي غالباً ما تتكون من القيام الآسية، السرخس، الخلنج، البقس، الوردية البرية (Framboisier) والبرية الخنازيرية (Mélampyre) وكذا النجيليات والسعديات وبعض العلفيات (Luzule silvatique) وهي غالبا اجناس نباتية تنتمي الى البيئة الباردة من المستويات العليا.

- ب - المستوى الشبألبي (Etage subalpin) (76): تمتد مروحة ارتفاعه بين 1500 و 2400 م. بيئته أكثر برودة وقسوة من المستويات السفلى، الشيء الذي يبرر تقلص أو اختفاء الاجناس النباتية النفضية (77) وسيطرة المخروطيات خصوصا منها الراتنجية التي توجد في آن واحد في السفوح الظليلة والسفوح الشميسة حيث يمكن التفريق بين راتنجيات (Pes-sières) الواجهة الشميسة الاقل رطوبة (الجنوب والشرق) وراتنجية الواجهة الظليلة (الشمال والغرب) والتي تختلط تدريجيا مع الارتفاع بالارزية المخروطية وأصناف من الصنوبر (Pin à crochet, Pin cembrot) . وبعد هذا المستوى تبدأ الغابة في التدهور التدريجي لتدخل في مستوى آخر.
- ج - المستوى الالبي (Etage alpin) : مروحة الارتفاع بين 2500 و 3000 م. يبدأ هذا المستوى في البروز عندما تجتمع عدة ظروف طبيعية بالاساس كارتفاع مستوى الانحدار، شدة البرودة، قوة الرياح، تراكم الثلوج، انعدام التربة . . .

ومن أهم مميزات هذا المستوى هو تدهور المظهر الغابوي حيث تختفي الاشجار لتحل محلها الجنبيات والقزميات التي تتخذ سلوكا تكيفيا مع الظروف السابقة الذكر (Plantes xérophiles d'altitude) تشبه الى حد كبير سلوك النبات في البيئة الحارة والجافة ومن جهة اخرى تزدهر الاعشاب والخلنجيات والطحالب والحزاز تليها مع الارتفاع المروج حيث تزدهر السعديات، بعض الشقاريات والنجيليات والتي تختلف في توزيعها وكثافتها باختلاف نوعية التربة (صوانية أو قلوية) ومستوى تجمدها خلال السنة هذا مع

---

(76) هناك عدم الاتفاق حول تسمية حدود المستويات : مثلا بعض الدارسين للبيئة النباتية المتوسطية يطلقون اسم المستوى الشبألبي على المستوى الجبلي الاعلى، ويسمون المستوى الجبلي الاسفل بالمستوى الشبمتوسطي.

(77) كما سبق وأن رأينا بالنسبة لسيبريا الشرقية (الخريطة 12) فإن البيئة الجبلية الباردة تسمح ايضا باستيطان جنس من النبات النفضي في المستويات العليا ويتعلق الامر بالارزية المخروطية الالفضوئية من النوع النفضي (Mélèze héliophile)

الاشارة الى أن هذا المستوى النباتي من البيئة الجبلية - وحسب نتائج بعض الدراسات المتخصصة - هو الذي يحضى بحصة الأسد فيما يتعلق بالصنف الاستيطاني من النباتات (Plantes endémiques) .

بعد المستوى الالبي يأتي مباشرة المستوى الثلجي (Et. nival) يشبه في منظره العام بيئة التوندرا حيث تقل أو تنعدم التكوينات الخشبية وتتركز بعض الخلنجيات، السعديات، الشقاريات (78) والاشنة والطحالب في المخابىء أو فوق شقوق الصخور.

وفي الأخير نشير الى أن هذه التدرجات داخل نفس المنطقة المعتدلة تختلف في تكويناتها ومظهرها وكثافتها حسب خطوط العرض والارتفاع والضخامة ومستوى الانحدار وخصوصا الاتجاه (79) ترى كيف تتأثر النباتات بهذه العوامل في البيئة الجبلية المتوسطية.

2 . 3 . 3 بيئة الجبال المتوسطية :

تتميز هذه البيئة رغم ضعف مجالها وضعف الارتفاع بالمقارنة مع النموذج المعتدل السابق الذكر (1 . 3 . 3) بخصائص متميزة من اهمها :

- انقسام الجبال المتوسطية من الزاوية النباتية الى قسم تسيطر فيه الاجناس النفضية المعتدلة (غالبا في الجهات الشمالية من المجال المتوسطي)، والقسم الثاني تسيطر فيه الاجناس المتوسطية في الواجهة الجنوبية من جبال اوربا المتوسطية وخصوصا في جبال شمال افريقيا) .
- بالنسبة للقسم الاخير هذا تتميز التشكيلات النباتية الجبلية بكونها تطل في بعض الجهات على البحر او المنخفضات والسهول المعتدلة او الشبه جافة، وفي الجهات الاخرى تطل على الواجهة الصحراوية والشبه صحراوية . . . حيث تتأثر مباشرة بالتأثيرات الجافة والحارة.
- والعامل الثالث المؤثر في التشكيلة النباتية المتوسطية بشكل عام والجبلية بصفة خاصة يتجلى في تدخل الانسان بالفلاحة والرعي وخصوصا بالحرائق او التشجير (80).
- وتتجلى الميزة الرابعة للبيئة النباتية الجبلية من المجال المتوسطي في تنوع التشكيلات حيث نمر بسرعة من مستوى تسيطر فيه الحلفاء والعفصية أو مساحات الغيل والأشب الى مستوى غابوي أكثر كثافة وأصالة حيث تتوفر الظروف الطبيعية وخصوصا ضعف تدخل الانسان والحيوان . . .

وتفاديا للتكرار ارتأينا ان نحيل القارىء على الفقرة 1 . 3 . 3 من الفصل الثالث من هذا الباب للاطلاع على أهم التكوينات النباتية المميزة للغطاء النباتي المتوسطي بحكم ان تفاعل عدة عوامل خصوصا منها تدخل الانسان بالرعي والفلاحة جعلت من الغابة المتوسطية غابة جبلية.

ونُفْرِدُ هذه الفقرة للتجول عبر مقاطع من البيئة الجبلية المتوسطية حيث تتجلى خصائصها المتميزة في التدرجَ النباتي والذي يختلف في الشكل والمضمون حسب موقع الجبل وعرْضه وارتفاعه واتجاه سفوحه. وقد ذهب الدارسون الى تقسيم الجبال المتوسطية من الزاوية النباتية الى فئتين اساسيتين :

- الفئة الاولى تشمل السفوح الشمالية للمرتفعات الواقعة شمال البحر الابيض المتوسط : حيث تتدرج النباتات من الصنف المتوسطي الى الصنف المختلط الى الصنف المعتدل والالفبارد.

---

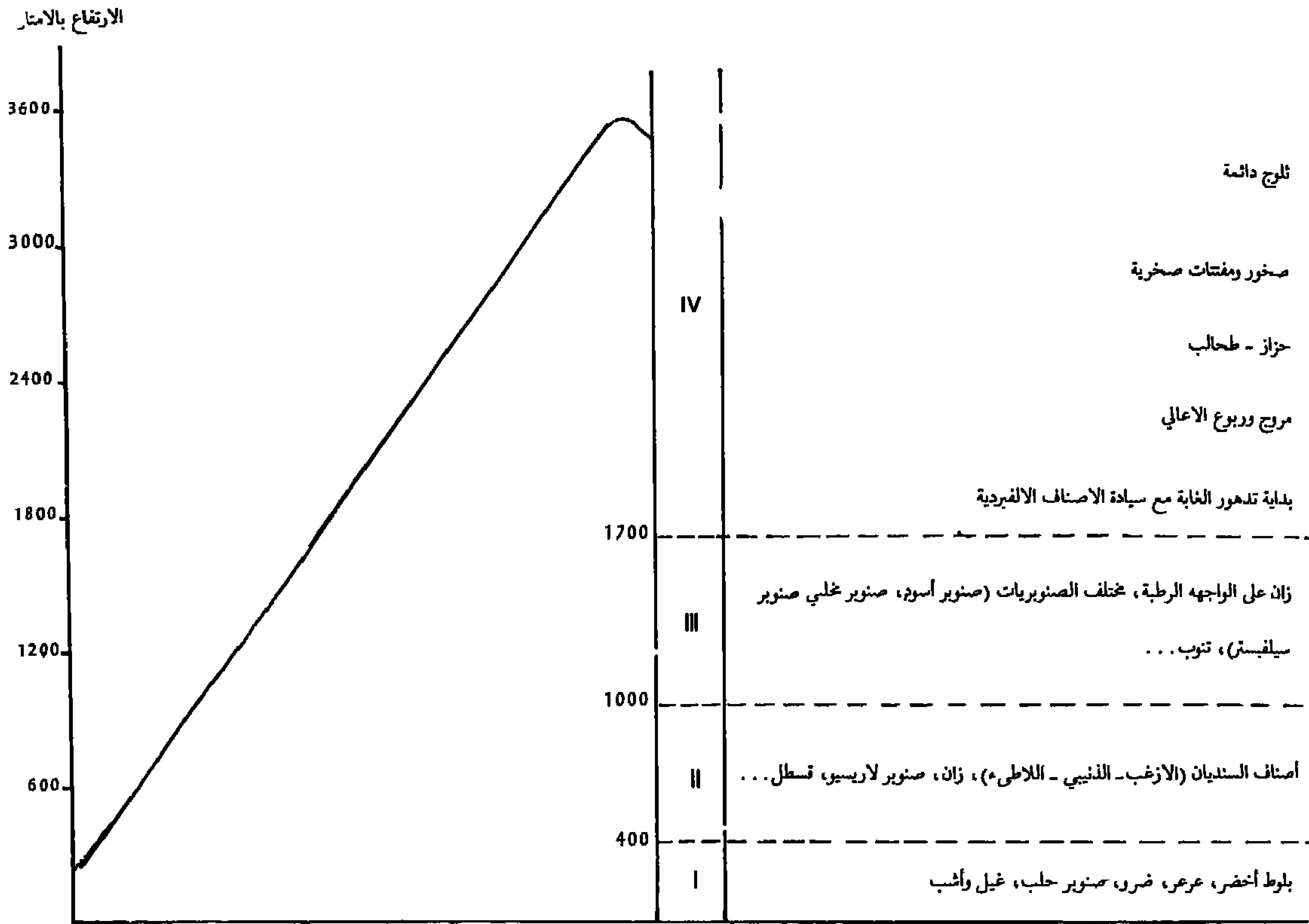
(78) بالنسبة لمقابل هذه المصطلحات باللغة الفرنسية سيطلع القارىء قريبا على معجم خاص بمصطلحات جغرافية النبات (نفس الكاتب).

(79) في جبال الألب الفرنسية الموجهة نحو التيارات البحرية الغربية تختفي الاشجار الكبرى على الاقل عند مستوى 1700 م لكن في الواجهات الاكثر دفئا تصل الغابة الى مستوى 2500 م حيث يعوض الزان والتنوب بالسنديان الازغب والصنوبر البري والارزية المخروطية على الخصوص.

(80) ظاهرة التشجير ظاهرة عالمية حيث تمتد غابات اصطناعية كبيرة في مختلف القارات. وقد وصل الحد ببعض الدول الى خلق غابة شاسعة من جنس واحد مثلا غابة الاكومي (OKoumé) بالغابون.

وتختلف المستويات ومعها التدرجات من منطقة لاخرى. والرسم التالي يلخص ذلك :

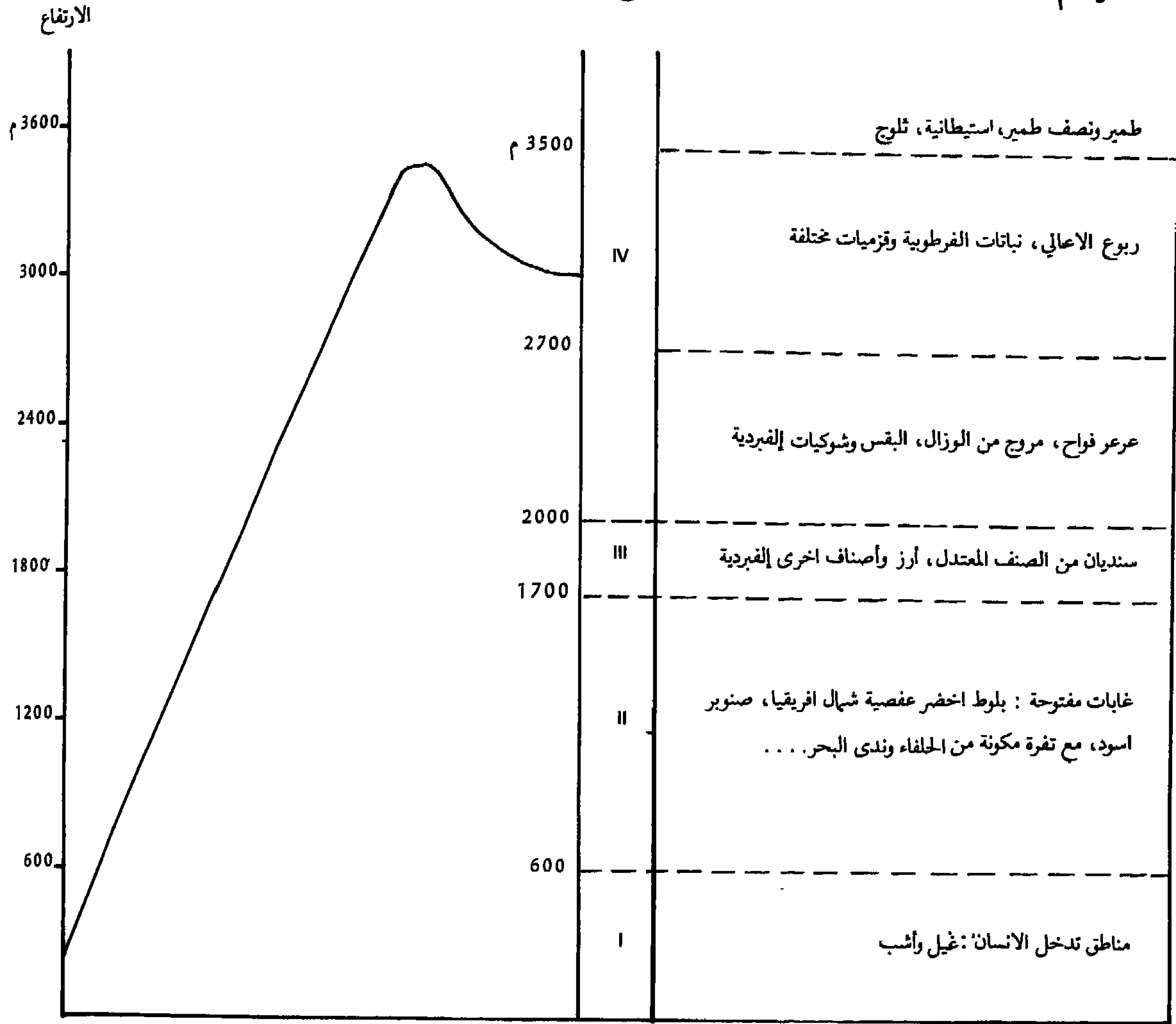
الرسم 51 التدرج النباتي في جبال جنوب أوربا الغربية (الواجهة الشمالية)



I المستوى التلي
II المستوى الجبلي الأسفل (شبمتوسطي)
III المستوى الجبلي الاعلى (شبألبي)
IV المستوى الألبي فما فوق

- الفئة الثانية تشمل سفوح الجبال المتوسطية الواقعة شمال افريقيا (خصوصا في المغرب والجزائر). في هذه البيئة الجبلية المتوسطية تتدخل عدة عوامل (خط العرض، الاتجاه، الارتفاع، مستوى الرطوبة، الرياح الجافة والحارة.. وتدخل الانسان...) لتفسير بنية التدرج النباتي واختلافه عن سفوح الضفة الشمالية. وتتدرج المستويات النباتية على الشكل التالي :

الرسم 52 التدرج النباتي في جبال شمال افريقيا



3 . 3 . 3 بيئة الجبال البيمدارية :

هذه البيئة ـ وبسبب موقعها ـ تشتمل على فئتين مختلفتين من التدرج النباتي الجبلي (مع الاشارة الى قلة الجبال الضخمة في المنطقة البيمدارية) :

ـ الفئة الاولى تشمل الجبال المدارية حيث يتناوب فصل جاف وفصل مطير ولهذا أثر على التدرج النباتي الجبلي (81) ؛

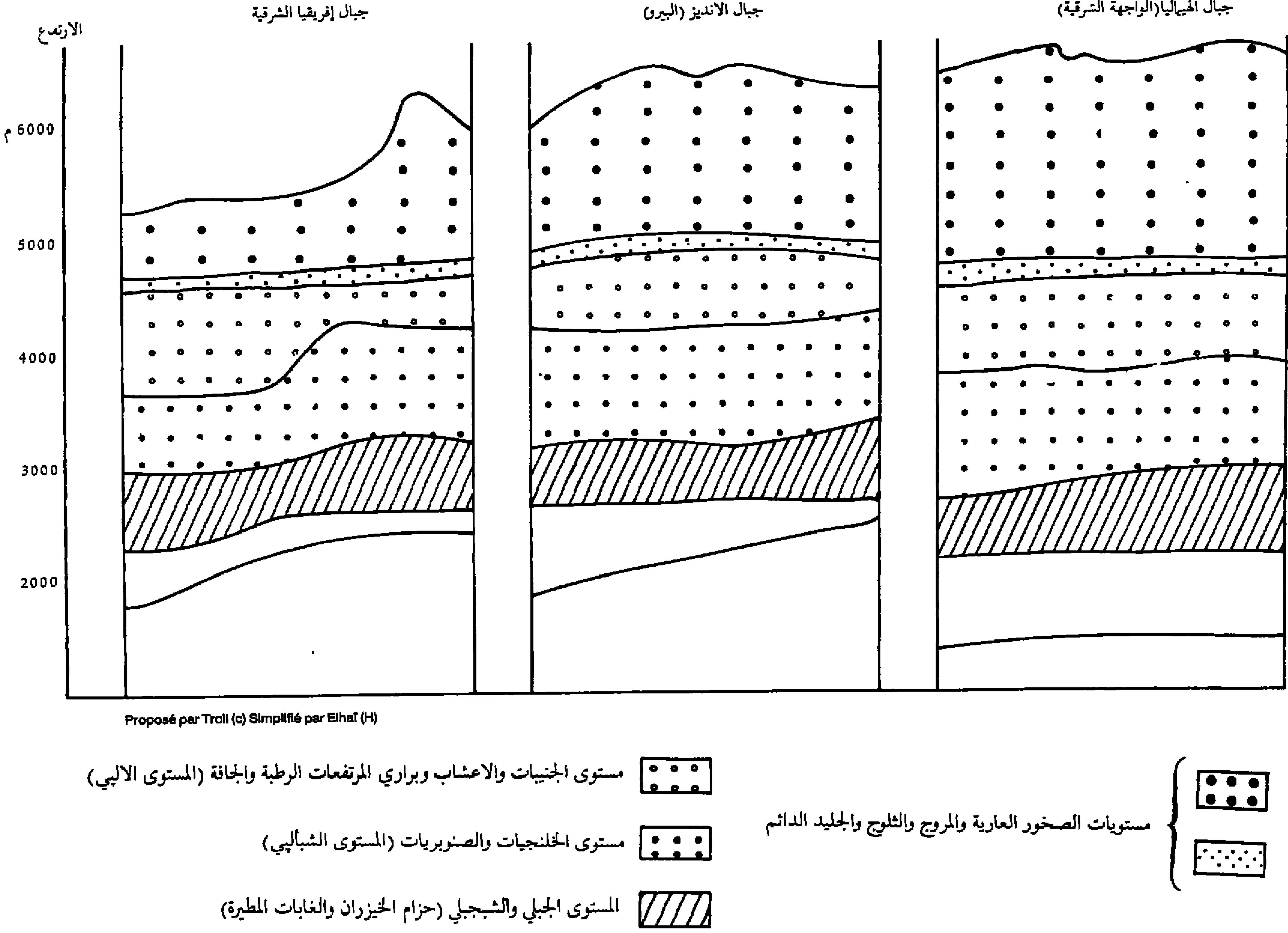
ـ الفئة الثانية تشمل الجبال الاستوائية حيث يسود على العموم مناخ رطب وحار على طول السنة.

وفي المنطقة البيمدارية يتدخل عامل التوجيه من زاوية تختلف عما سبق ذكره بالنسبة لسفوح المناطق المعتدلة والشبمعتدلة : فالسفوح الموجهة نحو اتجاه هبوب الرياح الرطبة الشرقية اكثر كثافة من حيث النبات بالمقارنة مع السفوح الموجهة نحو الغرب (انظر الرسم رقم 50) وعن هذا التباين المناخي تولد التباين النباتي بين الواجهتين بالاضافة الى خصوصيات كل سفح على حدة خصوصا في البيئة الجبلية المدارية الخاضعة للتواتر الفصلي.

(81) تجدر الاشارة هنا إلى أنه خلال الفترات المطيرة تسقط الامطار في المرتفعات بكثافة اكثر من المناطق المنخفضة المجاورة، مع الاشارة الى ان اعلى واضخم الجبال في العالم توجد في المنطقة البيمدارية.

الرسم 53

تدرج النباتات في بعض جبال المناطق البيمدارية



وانطلاقا من بعض المقاطع عبر سفوح جبال المنطقة البيمدارية نسجل باختصار المستويات التالية :
أ ـ المستوى الشبجبلي : (اقل من 1200 م) وهو المستوى الاسفل والذي يعد منطقة انتقال بين السهول والهضاب المجاورة والمستوى الجبلي الاعلى.

يعرف هذا المستوى تدرجا بسيطا خصوصا فيما يتعلق بتعدد اصناف النباتات، والميزة الثانية تتمثل في كثافة التفرة (82) الناتجة عن وصول اشعة الشمس الى سطح الارض (راجع الهامش 10 من الفصل الاول من الباب الاول) ؛ ويُسَجَّل حضور بارز للجنبات والاشجار القصيرة الى جانب السرخس والمتسلقات والمعترشات والمتدليات.

والمرور من الغابة الكثيفة في المستويات السفلى الى غابة المستويات العليا يحدث بطريقة غير واضحة حيث يصعب التمييز بين مختلف المستويات بسبب كثرة التساقطات واستقرار درجات الحرارة (25 ـ 30 درجة) والذي يساعد على كثافة الغلاف النباتي.

ب ـ المستوى الجبلي : (بين 1200 و 3000 م) تختلف معدلاته حسب خطوط العرض البيمدارية واتجاه السفوح (انظر الرسم 50 و 3٥)

وهذا المستوى هو الاكثر تعبيرا عن خاصيات التدرج النباتي في الجبال البيمدارية : هنا تُسَجَّل اكثر الكميات المطرية المتساقطة بالخصوص على الواجهة الشرقية المتعرضة لهبوب الرياح الشرقية المطيرة والاعاصير الموسمية. وفي الوقت الذي يُسجل ارتفاع في كثافة الرطوبة الجوية تتراجع درجة الحرارة مما يسبب في انتشار غلاف كثيف ودائم من الضباب والسحب : وقد دفعت هذه الوضعية بالدارسين لتسمية غابة المستوى الجبلي بالغابة السحبية أو الضبابية (83).

بالاضافة الى الكثافة وصعوبة المرور يتميز المستوى الجبلي بتعدد الاجناس والاصناف النباتية، ومن جهة اخرى يُسَجَّل اختلاط بين الاجناس الدائمة الخضرة من النوع الاستوائي والاجناس النفضية وكذا الصنوبريات (Pins, Podocarpus) .

واهم ما يميز هذا المستوى ايضا هو حزام الخيزران (Bambous) المتميز بالعلو (20 م)، بتقارب الجذوع وخصوصا بكثافة الجذور الجذمورية البارزة فوق السطح : ومما يزيد من صعوبة المرور داخل هذا المستوى الغابوي هو قصر الاشجار وانحناؤها واعوجاج جذوعها بالاضافة الى كثافة المعترشات والمتسلقات والمتدليات الطحلبية والحزازية (Usnées) .

ج ـ المستوى الشبألبي : (بين 3300 و 4000 م) رغم تراجعها الواضح تظل الاشجار حاضرة في هذا المستوى الى جانب الخلنجيات التي تسجل حضورا وسيطرة واضحة مما دفع بالدارسين لتسمية هذا المستوى بمستوى الخلنجيات (Rhododendron, Bruyère, Vaccinium) والتي تتداخل ضمن التشكيلة العامة مع الاشجار المتحملة للبرودة والرياح وعلى رأسها الصنوبريات (Pin, Sapin, Agathis, Araucaria, Rodocarpus, Khasya,Tsuga)

هذا بالاضافة الى بعض النفضيات مثل السنديان وجار الماء (Aulne) كلما ارتفعنا في المستوى الشبألبي إلا وزادت كثافة وسيطرة الخلنجيات الأجمية امام تراجع ثم اختفاء الاشجار.
ويختلف مستوى اختفاء الغابة الشجرية حسب خطوط العرض البيمدارية وخصوصا حسب ضخامة الجبال واتجاه سفوحها :

ـ 1200 م في الكوادولوب

---

(82) بالاضافة الى كثافة التَفرة تُسجَّل كثافةٌ في تراكم المواد العضوية والتي تتزايد مع الارتفاع بسبب كثافة الامطار وضُعف عملية التحلل الكيماوي : قد يصل سُمك الذبال العضوي عند مستوى 1000 متر إلى ضعفيْ السمك عند مستوى البَحر.

(83) Différentes appellations : Forêt des nuages, on de brouillards des Français ; Nebelwald des Allemands ; Cloud forest des Anglais Selva nublada de l'Amérique Latine.

- 2500 م في جزيرة لاريونيون
- 2700 م في جزر هواي
- 2700 - 3000 في كينيا
- 3500 - في البيرو و بوليفيا
- 3600 في ماليزيا
- 3900 في هيمالايا الشرقية
- 4100 في المكسيك.

وأهم ما يميز المستوى الخلنجي هي كثافة الطحالب والحزاز والاشنيات التي تغطي الجذوع والأغصان مما يزيد في صعوبة اختراق هذا النوع من المجالات النباتية في المرتفعات البيمدارية.

د - المستوى الالبي : (4000 م فما فوق) في هذا المستوى تتجلى ايضا خصوصيات التدرج النباتي في الجبال البيمدارية والذي يختلف في الشكل والمضمون عن المستوى الالبي في المناطق المعتدلة والشبمعتدلة.

وتختلف تشكيلة هذا المستوى شكلا ومضمونا داخل نفس المنطقة المناخية من كتلة جبلية لاخرى حسب خطوط العرض، الارتفاع، الضخامة، التوجيه ودرجة الانحدار. . .

يتميز المظهر العام لهذا المستوى بانعدام الاشجار وسيادة براري ومروج المرتفعات المكونة في الغالب من النجيليات والسعديات (Cypéracées) التي تتداخل مع الجنبيات العديمة الساق (Acau-les) ونباتات قزمية اخرى كالشرونة والكمالية والمخلدة الخ . . .

والمظهر القزمي لهذه التكوينات - رغم وفرة الرطوبة - يعود لشدة الرياح وانخفاض درجات الحرارة الذي يتسبب في صقيع ليلي دائم.

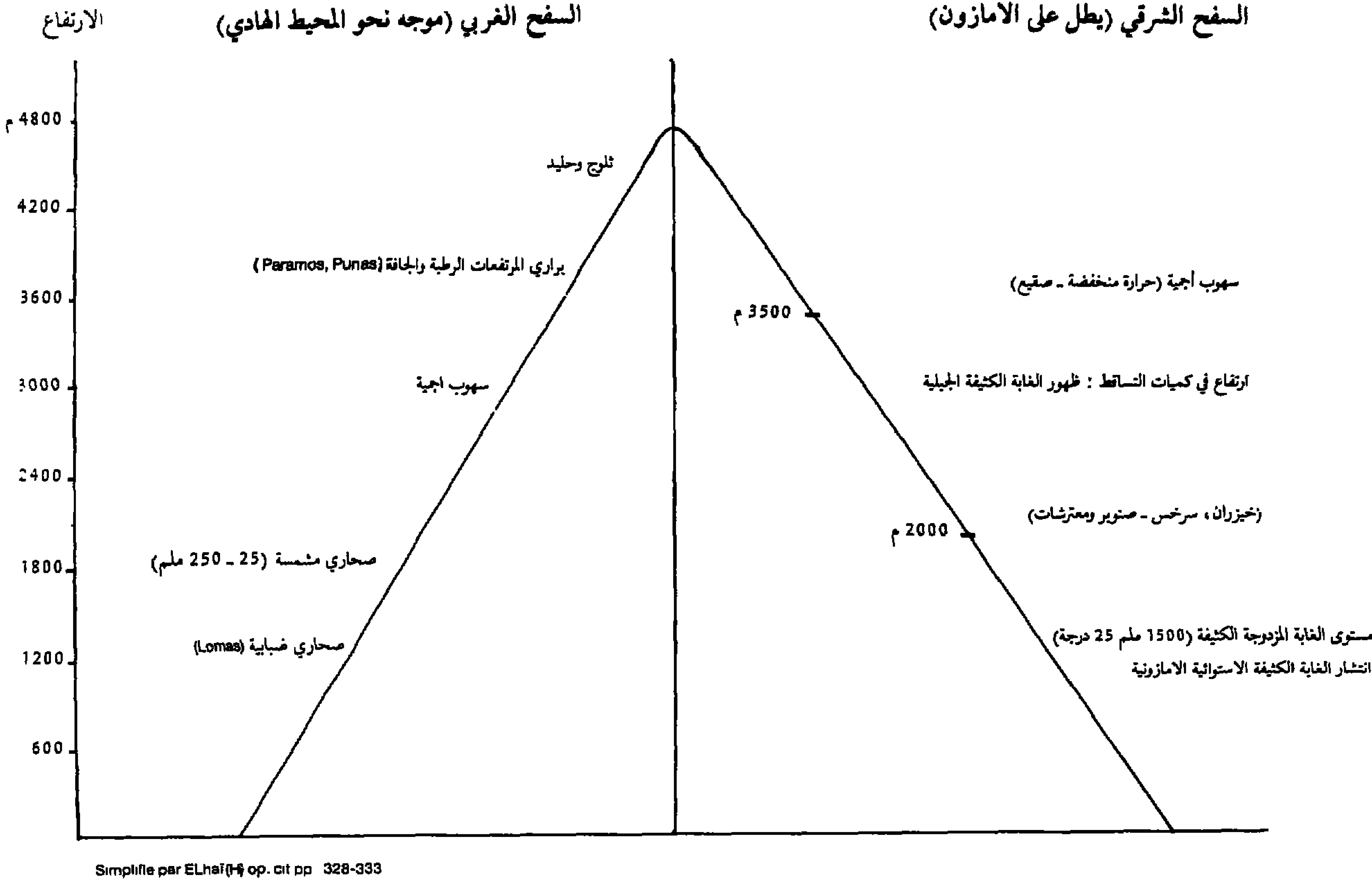
وفي نفس المستوى التدرجي، وبسبب الاختلاف في درجات الحرارة ومستوى الرطوبة الجوية على الخصوص يوجد نوعان من براري المرتفعات : مثال من جبال الانديز الامريكية :

- النوع الرطب البارد : يطلق عليه محليا اسم برامو (Paramo) اي براري المرتفعات من النوع الرطب البارد. والتي توجد ايضا بجبال افريقيا المدارية الشرقية واستراليا المدارية. . . . هذه البراري تشبه براري مرتفعات جبال الالب الاوربية في التشكيلة وتختلف عنها في الشكل حيث تفوقها في ارتفاع مكوناتها وخصوصا في كثافتها وعلى رأسها (Sénéçon, Lobelia) ؛
- النوع الجاف البارد : يطلق عليه محليا في جبال الانديز اسم بونا (Puna) وهي عبارة عن براري جافة وشبجافة ذات مناخ بارد وتأتي مباشرة بعد حزام الخلنجيات وتتكون من نبات قزمي مبعثر يألف الصقيع الليلي المتكرر وقلة الرطوبة الجوية. ومن اهم المكونات نجد النجيليات (Gra-minées) خصوصا منها النوع الذي يمتص الرطوبة مباشرة من الجو ويتعلق الامر بعشب الايشو (Ichu).

ومع ضعف الرطوبة وقلة الامطار يتطور المنظر العام ومع الارتفاع والتوجيه نحو سهوب ثم صحاري المرتفعات حيث تتبعثر النباتات القزمية الشوكية وتتخذ اشكالا وسلوكا فزيولوجيا للتكيف مع الجفاف والبرودة وشدة هبوب الرياح وضعف او غياب التربة. . وهي ما يُطلق عليها في البيرو اسم اليونا الصحراوية (Puna désertique) والتي تلتقي نحو الاعلى مباشرة مع مستوى الصخور العارية والجليد الدائم والثلوج الخالدة.

مما سبق يتضح ان التشكيلة النباتية الجبلية مع الاختلاف في التدرج والتباين السفحي تشكل - رغم قلة حضورها المجالي العالمي - عنصرا اساسيا ضمن المجالات النباتية المكونة لسطح الارض.

الرسم 54 التباين والتدرج النباتي في سفوح جبال الأنديز (18 درجة شمالا)



فهرس الرسوم

الرسم | الصفحة

فهرس الجداول

الجدول	الصفحة

فهرس الخرائط

الخريطة | الصفحة

الفهرس البيبليوغرافي

مراجع بالعربية

خالد المطري : الجغرافية الحيوية، الدار السعودية للنشر والتوزيع 1980 .

علي علي البنا : اسس الجغرافية المناخية والنباتية، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت 1970 .

زين الدين عبد المقصود : الجغرافية الحيوية، دار البحوث العلمية، 1980 .

الشرفي محمد : دليل مصدات الرياح في المناطق القاحلة، تونس، 1987 .

زين الدين عبد المقصود : ابحاث في مشاكل البيئة، الاسكندرية، 1976 .

عبد العزيز طويح شرف : الجغرافية المناخية والنباتية، القاهرة 1974 .

محمد احمد حمودة : البيئة النباتية، محيط العلوم، القاهرة 1966 .

عماد الدين الموصلي : جغرافية التربة، دمشق 1975 .

يوسف عبد المجيد فايد : جغرافية المناخ والنبات، القاهرة، 1973

البداوي بك حسن علي، محمد علي خليل : المرشد الجغرافي، الطبعة الاولى، دار المعارف ـ مصر.

طائفة من العلماء : حياة النبات، ترجمة الدمرداش عبد المجيد سرحان، دار المعارف، مصر، 1961 .

يوسف توني : المصطلحات الجغرافية

يوسف ادريس، جبور عبد النور : المنهل، دار العلم للملايين، بيروت، 1983

وديع جبر : معجم النباتات الطبية، دار الجيل بيروت 1987

امين رويحة : التداوي بالاعشاب دار العلم للملايين بيروب 1983

المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم : المعجم الموحد للمصطلحات العلمية في مراحل التعليم العام . مطبعة الانشاء، دمشق، 1977 .

مجلة العلوم : المجلة 3، العدد 4، اكتوبر 1987 . المجلد 3، العدد 6، دجنبر، 1987 .

مجلد الصفر : المجلد الثالث، العدد 13، مايو، 1987 . المجلد الثالث، العدد 15، يونيو، 1987 .

مجلة عالم الفكر : المجلد السابع، العدد الثالث، اكتوبر / نونبر 1986 .

موسوعة الشباب : الاعداد : 1، 2، 4، 5، 10، 11، 14، 15، 19 .

مراجع بالفرنسية

VEGETATION – Ecologie

Birot (P) : Cours de biogéographie, C. D. U, Paris 1960.
Birot (P) : Précis de géographie physique générale. A.colin, Paris 1967.
Birot (P) : La méditerranée et le Moyen orient P. U. F, coll. «orbis», Paris 1964.
Birot (P) · Les régions naturelles du globe, Masson, Paris 1970.
Cailleux (A) : Biogéographie Mondiale, P. U. F, Paris 1961.
Combes (R) : La physiologie végétale, P. U. F, Paris 1959.
Combes (R) : La forme des végétaux et le milieu, A. colin, Paris 1946.
Condolle (A. de) : Géographie botanique raisonnée, vol I, II, Paris et Génève, 1955.
Emberger (L) : Un projet d'une classification des climats du point de vue phytogéographique, Sc. Hist. Nat. Toulouse, 1942.
Emberger (L) : Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants, Masson, Paris, 1944.
Gain (E) : Introduction à l'étude des régions florales, Crépin – Leblond, Nancy, 1908.
Gaussen (H) : Géographie des plantes, A. colin, 2ème éd, Paris, 1954.
Gaussen (H) : Le dynamisme de biocénoses végétales, Année bio, 3ème série, 27. 1951.
Gaussen (H), Barruel (P) : Montagnes, la vie aux hautes altitudes, Horizon de France Paris 1955.
Human (L) : La phytogéographie, science synthèse. Acad. Royale Belge, Bruxelles, 1933.
Humbolt (A) : Essai sur la géographie des plantes, Paris 1808.
Martonne (E. de) : Traité de géographie physique, T : III, biogéographie, A. colin. Paris 1947.
Polunin (N) : Eléments de géographie botanique. Gauthiers – villars, Paris 1967.
Deffontaines (P) : L'homme et la forêt, géographie humaine, Gallimard, 2e Ed, 1969.
Deffontaines (P) : L'homme et l'hiver au canada, Gallimard, Paris 1957.
Carles (J) : Géographie botanique, P. U. F, 3e Ed, Q. S. j n° 313, 1973.
Carles (J) : La nutrition de la plante, P. U. F, 1967.
Mathon (C.C), Stroun (M) : Lumière et floraison, P. U. F, Paris 1960.
Molinier (R), Müller (P) : La dissémination des éspèces végétales, Rev. Gen. Bot. 1938.
Chadefaud (M), Emberger (L) : Traité de botanique systématique, tomes I, II, Masson, 1960.
Guyot (A – L) : Génèse de la flore terrestre, P. U. F, Paris 1946.
Moret (L) : Manuel de paléontologie végétale Masson, Paris 1949.
Lemée (G) : La méthodologie de l'analyse pollinique et ses apports à la connaissance des temps quaternaires, Année biol. 24,2. 1948.
Lemée (G) : Précis de biogéographie, Masson, Paris 1967.
Lemée (G), Killian (Ch) : Les xérophytes, leur économie en eau, T III, 1950
Abbayes (H. des) : Traité de lichénologie, Lechevalier, Paris 1951.
Guinochet (M) : Etude sur la végétation de l'étage alpin dans le bassin supérieur des Alpes-maritimes, lyon, SIGMA, Conun : n° 59, 1938

Guinochet (M) : Phytosociologie, Masson, Paris 1973.
Legendre (R) : La vie dans les mers, PUF, Paris 1956.
Dussart (B) : Limnologie, Gauthiers-Villars, Paris 1966.
Pèrès (J – M.) : Océanographie biologique et biologie marine, P. U. F, Paris 1961.
Plaisance (G.) : Les formations végétales et les paysages ruraux. Gauthiers-villars, Paris 1959.
Vivier (P) : La vie dans les eaux douces, P. U. F, Paris 1961.
Rey (P) : Essai de phytocinétique biogéographique, édit C. N. R. S, Paris 1960.
ELHaï (H) : Biogéographie, A. Colin, Paris 1968.
Elhaï (H) : Les paysages végétaux au quaternaire en Europe Occidentale, Centre de documentation, Univ. Paris, 1964.
Elhaï (H). Van campo (M) : Intérêt géographique des analyses polléniques, Annales de Géo, n° 374, 1960.
Ozenda (P) : Biogéographie végétale, Doin, Paris 1967.
Ozenda (P) : Flore du sahara septentrional et central, C. N. R. S. Paris 1958.
Ozenda : (P) : Les végétaux dans la biosphère, Doin, Paris 1982.
Rougerie (G) : Biogéographie des montagnes, C. D. U, Paris 1962.
Rougerie (G) : Biogéographie littorale, CDU, Paris 1967.
Pardé (L. M. J) : Arbres et forêts, colin, Paris 1965.
Georges (B) : champignons, coll Gründ, Paris, 1983
Benchetrit (M), Cabot (J), Durand-Dastes (F) : Géographie zonale des régions chaudes, Nathan, Paris 1971.
Monod (T) : Les déserts, Horizon de France, Paris, 1973.
Huetz de temps (A) : La végétation de la terre, Masson, Paris 1970.
Kachkarov (D – N), Korovine (E. P) : La vie dans les déserts, Payot, Paris 1942.
Planhol (X. de), Rognon (P) : Les zones tropicales arides et subtropicales. A. colin, Paris 1970.
Viers (G) : Géographie des forêts, P. U. F, Paris 1970.
Viers (G) : Géographie zonale des régions froides et tempérées, Nathan, Paris, 1970.
Schnell (R) : Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux, 4 volumes. Gauthier-villars, Paris 1970-1977
Bournérias (M) : Les forêts du bassin parisien, inf. scient. Paris, 1953 – 54 – 55 – 57 – 59.
Bournérias (M) : Le peuplement végétal des espaces nus, essais expérimentaux sur la génèse de divers groupements pionniers, Mem. de la soc. bot. fr, Paris 1959.
Quezel (P) : La végétation du sahara du Tchad à la Maurétanie, Stuttgart, G. Fischer, 1965.
Paccalet (Y) : La flore méditerranéenne, Hatier Paris 1981.
Flahault (Ch) : La distribution géographique des végétaux dans la région médit. fran. Lechevalier, Paris 1937.
Guillien (Y) : Le couvérture végétale de l'Europe pléistocène. Ann. de géo. n° 344. 1955.
Maire (R) : La flore et la végétation du sahara occidental, mém. soc. Biogéo. VI : la vie dans la région désertique nord-tropicale de l'Ancien Monde. 1938.
Pérès (H) : Les fleurs des forêts de plaine, connaître, trouver, identifier, Ed. S. A. E. P, colmar.
Trochain (J) : Nomenclatune et classification des milieux végétaux en Afrique Noire française, dans «divisions écologiques du monde», coloque C. N. R. S, Paris 1954.
Aubert de La Rue (E), Bourlière (F), Harroy (J. P) : Tropiques, horizons de France. Paris 1954.
Aubéville (A) : Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale, soc. Ed. maritimes et coloniales, Paris, 1949.
Aubéville (A) : Savanisation tropicale et glaciations quaternaires, Adansonia, II, Fasc. 1, 1962.
Sillans (R) Les savanes de l'Afrique centrale, Lechevalier, Paris 1952.
Petrou (M) : Types de desert de l'Asie centrale, Anu. de Géo. n 384. 1962.
Braun – Blanquet (J) : La végétation alpine et nivale des Alpes françaises, VIII[e] congrés int. de botanique. Bayeux, 1954.

Lieuthaghi (P) : L'environnement végétal, flore, végétation et civilisation. Delachaux – Niestlé – 1972.
Favager (Cl), Robert (P. A) : Flore et végétation des Alpes, T. I : L'étage alpin, T II : l'étage subalpin ; Delachaux – Niestlé. Newchatel, 1956.
Bretandeau (J) : Arbres. Hachette. Paris 1964.
Derèze (M) : Histoire des forêts, que s.je ? n 1135. P. U. F, Paris 1964.
Soltner (D) : Les bases de la production végétale T. I, le sol, T II le climat, coll. Science et technique agricoles, Angers, 1981.
Edlin (H), Nimmo (M) : Encycl. Visuelle des arbres. Elsevir
Van stuijrenberg (W) : Le bois et les forêts Adaptation M. cuisin. Ed. Princesse.
Brosse (J) Arbres d'Europe occid. Bordas.
Beckett (K. A) La passion des arbres Gründ.
Percy (K) : La forêt boréale en Amérique, Ed Time – Life, Amsterdam, 1978.
Sanderson (I. T) : L'Amérique du Nord, les continents en couleur, Hachette, Paris 1965.
Demangeot (J) : Les milieux naturels désertiques S. E. D. E. S. Paris 1981.
Molinier (R), Müller (P) : La dissémination des espèces végétales, Rev. Gén-bot. n 50, 1938.
Métro (A) : Forêts, Atlas du Maroc, notices explicatives, Rabat, 1958.
U N E S C O : Classification internationale et cartographie de la végétation, Paris 1973.
Encyclopédie Grolier, le livre des connaissances, Grolier Limitée, 1974, 76, 78, 80, 83, 85
Jonhson (H) : Le grand livre int. des arbres. F. Nathan
Rol (R) Jacamon (M) : Flore des arbres, arbustes, arbrissaux. La maison rustique.
Coste (Abbé H.) Flore descriptive et illustrée de la France.
Aichele, Schwegler, quel est cet arbre ? F. Nathan.
Murtin (E) Les arbres. Solar.
Petit atlas Payot, Arbres-Payot.
Guides Nathan. Les arbres. F. Nathan.
Becker (M) Picard (J. F) Timbal (J) Je reconnais les arbres. (coll. Agir et connaître) ed. André Lebon.
Duchaufour (P) : Atlas écologique des sols du monde, Masson, Paris, 1976.
Lemée (G) : Précis d'écologie végétale, Masson, Paris, 1978.
Lacoste (A), Salanon (R) : Eléments de biogéographie et d'écologie, Nathan, Paris 1969.
Daget (P), Godron (M) : Vocabulaire d'écologie, Hachette, Paris 1974.
Dajoz (R) : Précis d'écologie, Gauthier-villars, Paris 1979
Dreux (P) : Précis d'écologie, P. U. F, Paris 1974.
Dejkine (v) : L'écologie au service de l'homme. ed, Mir. Masson. Trad française. 1982.
Pesson (P) : Ecologie foréstière, Gauthier-Villars, Paris 1980.
Ramade (F) : Eléments d'écologie appliquée, action de l'homme sur la biosphère. Ediscience. Mc Graw.Hill, Paris, 1974.
Ramade (F) : Eléments d'écologie appliquée. Mc Graw-Hill. Paris 1976.
Souchon (C, J) : Notion d'écologie, édition du Dauphin, Paris, 1966.
Domergues (Y), Mangenot (F) : Ecologie microbienne des sols, Masson, Paris 1970.
Jacquet (J) : Recherches écologiques sur le littoral de la Manche, Th. sci, encyclop.bio et êcol. Paris 1949.
Dorst (J) : Avant que la terre ne meure. New-châtel, Belachaux et Niestlé. 1965.
Heim (R) : L'action de l 'homme sur le milieu naturel, colloque du CNRS sur les régions écologiques du globe, 1954.
Delpoux (M) : Exercices de lecture et d'interprétation écologique des cartes de végétation, C. N. R. S, Paris 1967.

Simomet (D) : Qu' est ce que l'écologie ? Profil Actualité n° 411, Hatier, Paris 1979.
Caldwell (L. K) : La terre en danger, pour une protection internationale de la biosphère, Tendances actuelles n° 44, Ed. Inter. Nationales, Paris, 1973.
Ramade (F) : Ecotoxicologie, Masson, Paris 1977.

SOL-PEDOLOGIE

Duchaufour (P) : Précis de pèdologie, Masson, Paris 1960.
Duchaufour (P) : Pédologie, abrégé, col SUP, Masson 1984.
Aubert (G), Boulaine (J) : La pédologie, P. U. F. Paris 1967.
Margulis (H), Revon (A) : Pédologie descriptive, Privat, Toulouse, 1973.
Boulaine (J) : Pédologie appliquée, Masson, Paris 1980.
Gaucher (G) : Pédologie agricole, Dunod, Paris 1968.
Millot (G) : Géologie des argiles, Masson, Paris 1963.
Vink (A. P) : Aspects de la pédologie appliquée la Baconnière, Newchâtel, 1963.
Boulard (B), Moreau (R) : Sol, microflore et végétation, équilibre biochimique et concurrence biologique, Masson, Paris 1962.
Pesson (P) : La vie dans les sols, aspects nouveaux, Gauthier-villars, Paris 1975.
Pochon (J), De Barjac (H) : Traité de microbilogie des sols, Dunod, Paris 1958.
Boulaine (J) : Géologie des sols, P. U. F. Paris 1975.
Cailleux (A), Plaisance (G) : Dictionnaire des sols, Maison rustique, Paris 1958.
Delecour (F) : Initiation à la pédologie , Gembloux, Fasc. Sci. Agron. 1981.
Hillel (D) : L'eau et le sol, principes et processus physique, Vander, Louvain, 1974.

CLIMATOLOGIE

Gaussen (H) : L'emploi des couleurs dans la cartographie de la végétation, 97ème coll. int, de la rechèrche scient. C. N. R. S «méthode de la cartographie de la végétation», Paris 1960.
Gounot (M) : Méthodes d'étude quantitative de la végétation, Masson, Paris 1969.
Rey (P), Izard (M) : Notions générales d'utilisation des cartes de végétation, C. N. R. S, Paris 1967.
Godron (M) : Code pour le relevé méthodologique de la végétation et des milieux, édition C. N. R. S, Paris 1968.
Jamagne (M) : Bases et techniques d'une cartographie des sols, Versailles, I. N. R. A, vol 18, 1967.
U N E S C O : notice exp, Paris 1970. Carte de la végétation méditerraneénne, Rechèrche sur la zone aride, XXX, carte à 1/5000.000,
Bagnouls (F), Gaussen (H) : Les climats biologiques et leur classification, Ann. de. géo, Paris 1957.
Walter (H) : Le facteur eau dans les régions arides et sa signification pour l'organisme de la végétation dans les contrées subtropicales, C. N. R. S, 1954.
Estienne (P), Godard (A) : Climatologie, Colin, Paris 1970.
Peguy (C. P) : Précis de climatologie, Masson, Paris 1961.
Küchler (A. W) : Projet d'une carte physionomique de la végétation du monde. coll. int de la recherche scientifique sur les régions écologiques du globe, Paris 1974.
Viers (G) : Eléments de climatologie, Nathans, Paris 1970.

PHYTOMEDECINE

Lieuthaghi (P) Le livre des bonnes herbes. Ed. Marabot.
Saury (A) Les fleurs pour vous guérir Ed. Dangles, coll «santé nat» 1978.
Moatti (R) Guy (D) Le guide Marabout des plantes médicaments. Ed. Marabout. 1985.
Botan (P. – P) Dictionnaire des plantes médicinales, Société Française d'édit litt. et techni.
Sillée (J. de) Les plantes pour vous guérir, coll «Santé nat»
Bois (D) Les plantes alimentaires chez les peuples Ed. Paul Lachevalier.
Bonnier (G) : Flore complète de France, suisse, Belgique. éd. Librairie générale de l'enseignement.
Belaich (P) Guide familial de la médecine par les plantes.
Masson (R) Folie et sagesse des medecines naturelles.
Dextreit (R) : La cure végétale, editions : «Vivre en harmonie» Paris 1979.
Lhoste (J) Le grand livre dė la phytothérapie. ed. conseil. Paris 1989.
Perrot (E), Paris (R) Les plantes médicinales, t I, II, PUF. Paris 1971.
Poletti (A) Fleurs et plantes médicinales, Delachaux et Niestlé, Newchâtel, 1982.
Mimoudi (B) : La medecine par les plantes Edit. Almadaris – Casa 1988.
UNESCO : Les plantes médicinales des régions arides, coll : mémoires.
Volak (J), Stodola (J) Severa (F) Plantes médicinales. Gründ – Paris 1983
Cecchini (T) : Encyclopédie des plantes médicinales Paris 1976.
Fournier (P) : Les quatre flores de France, Paris 1961.
AKhmisse (M) : Medecine, magie et et sorcellerie en Maroc, ed. Benimed. Casa 1985.
Fournier (P) : Livre des plantes médicinales et vénéneuses de France Ed. Paul Lechevalier.
Kybal (J). Plantes aromatiques et culinaires Paris. 1981.
Perrot (E) Paris (R) : Les plantes médicinales, Paris 1970.
Novà K (F. A) Encyclopédie illustrée du monde végétal Paris 1978.
Schauenberg (P) Paris (R). Guide des plantes médicinales. Newchâtel. 1968.
Starý (F) Jiràsek (V) Severa (F) Les plantes médicales, Paris 1973.
Valnet (J) L'aromathérapie, Paris 1976.
Wendelberger ; Plantes de santé, Paris 1981.
Mességué (M) : Mon herbier de santé Edilat, Paris 1975.
Pakorny (J) : Les arbres de chez nous. Marabout. Ed. Gérard et Cie, verviers, 1973.
Grollinger (Y) : L'arbre cet ami de l'homme. C. C. C. H de Rochefort n 2. 1970.
Slavik (B) : Les plantes sauvages, Marabout ed. Gérard et C . Verviers 1972.
Villardi (F) : Encyclopédie du monde végétal Aristide Guillet, 1964.
Deglos (A) : Les merveilleux secrets des plantes, Ed. Andrillon. 1972.
Selection du Reaber's Digest : Secrets et vertues des plantes medicinales 2ème édi, Paris, Bruxelles, Montréal Zurich. 1977.
Guillot (R. ch) Plantes medicinales de France, Ed. Lechevallier. Paris.
Beille (Dr L) Précis de botanique pharmaceutique, Ed. Lechevallier, Paris.
Pelt (J. M) : Drogue et plantes magiques Ed Horizon de France.
Dupuis (G) Le monde merveilleux des arbres, Solar.

LEXIQUES

Lakhadar Ghazal (A) : Termes de Géographie (Français. Arabes), Institut d'études et de recherches pour l'arbisation, Rabat, 1972.

Belfquih (M'h), Al jamii (F. A) : Le vocabulaire géographique (Français – arabe), Rabat, 1977.

Glossaire d'arabisation (Français – Arabe) service d'arabisation de l'O. C. E. Casa. 1963.

REVUES

Revue science et vie, n° 163, Juin 1988.
Revue science et vie, n° 144, sept, 1983.
Revue science et vie, n° 146, Mars, 1984.
Revue science et vie, n° 122 (H.série) 1978.
Revue science et vie n° 799, Avril, 1984.

فهرس الكتاب

Achevé d'imprimer sur les presses de l'Imprimerie Afrique Orient
159, Bis Bd. Yacoub El Mansour - Casablanca - Tél. : 25-98-13/25-95-04

أفريقيا الشرق

159 مكرر، شارع يعقوب المنصور
الدار البيضاء

25.95.04
25.98.13